# ENTWICKELUNGS GESCHICHTE DES KOSMOS NACH DEM...

Hermann Joseph KLEIN







# ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

# K O S M O S

NACH

DEM GEGENWÄRTIGEN STANDPUNKTE DER GESAMMTEN NATURWISSENSCHAFTEN.



# ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

# KOSMOS

NACH

DEM GEGENWÄRTIGEN STANDPUNKTE DER GESAMMTEN NATURWISSENSCHAFTEN.

MIT

WISSENSCHAFTLICHEN ANMERKUNGEN

VON

HERMANN J. KLEIN.

Es kommt nicht darauf an, möglichst weit, sondern vielmehr möglichst sicher vorwärts zu schreiten, um dauernde Spuren dieses Vordringens zu hinterlassen.

BRAUNSCHWEIG,

VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1870.

„Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Grösse der Natur; sie wirken läuternd und beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung von Gesetzen zu schlichten streben: von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe, wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauderhaften Leere weltenarmer Wüsten walten."

A. v. Humboldt.



## VORWORT.

Das vorliegende Werk erhebt nicht den Anspruch, seinen Gegenstand erschöpfend zu behandeln, denn dieser ist unermesslich wie die Natur selbst. Es war vielmehr Hauptabsicht des Verfassers, eine möglichst exacte Behandlung derjenigen Materien zu geben, welche für die Frage nach der Entwicklungsgeschichte des Kosmos und speciell der Erde und ihrer Bewohner von vorzugsweiser Wichtigkeit sind. Kürze und Prägnanz der Darstellung, welche es ermöglichen, eine Menge von Thatsachen auf verhältnissmässig engem Raume übersichtlich zusammenzufassen, erschienen als Hauptbedingung. Dagegen hat es der Verfasser verschmäht, von bloss möglichen Verhältnissen ausgehend, glänzend ausgemalte Hypothesen auf Kosten der wissenschaftlichen Wahrheit vorzubringen. Es ist ein grösserer Gewinn, sich an den dermaligen Grenzen der Wissenschaft zu resigniren, als kühne Speculationen an theilweise hypothetische Folgerungen anzuknüpfen, welche nur zu geeignet sind, den mühevoll errungenen sicheren Boden wieder schwanken zu machen.

Das vorliegende Buch verlangt einen unpartheiischen, ruhig überlegenden Leser. Dieser wird finden, dass sich keine einzige positive Schlussfolgerung in dem Werke findet, welche nicht durch wissenschaftliche Thatsachen ihre volle logische Begründung fände. Auf diese Weise musste freilich ein sehr grosses und heterogenes wissenschaftliches Material zur Verwen-

dung kommen und der Verfasser sah sich genöthigt, um den Gang der Darstellung nicht zu verwirren, Specialitäten in besonderen Anmerkungen abzuhandeln, welche den einzelnen Capiteln angehängt sind.

Der Verfasser hat sich streng an seine vorgeschriebene Aufgabe gehalten: diejenigen Thatsachen zu erörtern, welche geeignet sind, Licht auf die Entstehung und Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner zu werfen, ohne hingegen schliesslich die gewonnenen einzelnen Resultate, nach dem Vorgange von Buffon und Cuvier, zu einem einzigen Gemälde zu vereinigen, das eben dadurch an wissenschaftlicher Begründung verlieren und dem Urtheile des selbstdenkenden Lesers vorgreifen würde.

Cöln.

**Der Verfasser.**

# INHALTSVERZEICHNISS.

## Zweiter Abschnitt.

## Kritische Untersuchungen der gegenwärtig herrschenden Ansichten der Entwicklungsgeschichte der die Erde bewohnenden Organismen, der Organogenie.

# EINLEITUNG.

Wenn man vom philosophischen Standpunkte aus sich über das Endziel der Naturwissenschaften klar zu werden sucht, so erkennt man leicht, dass dieses darin besteht, die Welt der Erscheinungen, wie sie unseren Sinnen so übermächtig entgegentritt, in ihrem causalen Zusammenhange zu begreifen, also nicht als ein blosses Aggregat, sondern, nach Humboldt's schönem Ausdrucke, als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes. Man kann das Streben nach diesem Ziele mit geringerer oder grösserer Deutlichkeit an der Entwicklung der Wissenschaft im gegenwärtigen Jahrhunderte erkennen. Immer enger und enger haben sich die einzelnen Disciplinen an einander geschlossen, immer mehr Verknüpfungspunkte haben sich zwischen ihnen ergeben, und, von wahrhaft philosophischem Geiste durchdrungen, ist die Wissenschaft vom Kosmos entstanden.

Alexander von Humboldt hat in der physischen Weltbeschreibung, die er am Abende seines Lebens mit unnachahmlicher Meisterschaft entworfen, dem, was wir eben als Wissenschaft vom Kosmos bezeichneten, Ausdruck verliehen. Von den entferntesten Nebelflecken, die in mächtigen Fernrohren noch aufglimmend erkannt werden, bis herab zu unserem alten Erd-

sphäroid, der Lagerung und Verwerfung seiner Schichten und der Pflanzendecke an seiner Oberfläche, verschieden nach Maassgabe der geographischen Breite und der Höhe über dem Meere, wurde das Erkannte in seinen allgemeinen Beziehungen zu einander dargestellt.

Um aber die Natur in ihrer Einheit zu erkennen, dazu bedarf es mehr als einer physischen Weltbeschreibung, es bedarf einer physischen Weltgeschichte, die sich zu ersterer wie das Integral zum Differential verhält. Humboldt sagt selbst: „Das Seiende ist aber im Begreifen der Natur nicht von dem Werden absolut zu scheiden; denn nicht das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen: das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchlaufenen Zustände"*).

Man hat vielfach darauf hingewiesen, dass zu einer physischen Weltgeschichte keineswegs genügende Materialien vorlägen. Der Hinblick auf mannigfache frühere Versuche könnte wohl daran mahnen, diesem Ausspruche das Gewicht voller Wahrheit beizulegen. In der That werden von mancher Seite alle Bestrebungen, in der hier angedeuteten Richtung zu positiven Ergebnissen zu gelangen, als eines ernsten Geistes wenig würdig verworfen. Aber diese absprechenden Urtheile sind ebenso voreilig wie unrichtig.

Gewiss mit Recht wird man denjenigen Resultaten, zu welchen eine, sich aller empirischen Ergebnisse entschlagende, sogenannte Naturphilosophie gelangt, keinen anderen Werth als höchstens den eines bloss Möglichen, neben einer unbekannten Anzahl anderer Möglichkeiten einräumen. Wenn man es aber unternimmt, an der Hand der gesammten Naturwissenschaften und gestützt auf das mächtige Hülfsmittel einer wahren philosophischen Methode, dem Wechsel der Erscheinungsformen der Natur so weit als möglich aufwärts in der Zeit, entgegenzudringen: so darf ein derartiger Versuch, mag er ausfallen wie er immer will, niemals als blosse Speculation (die als solche

*) Humboldt, Kosmos. Bd. 1. S. 63.

freilich dem Kreise der exacten Naturwissenschaften fern liegt) betrachtet werden.

Kant sagt, dass die wahre Naturforschung ihre Erklärungen jederzeit nur auf das gründen solle, was als Gegenstand der Sinne zur Erfahrung gehören und mit unseren wirklichen Wahrnehmungen nach Erfahrungsgesetzen in Zusammenhang gebracht werden kann. Demgemäss muss auch die physische Weltgeschichte ihre einzelnen Ergebnisse ausnahmlos nur auf das als thatsächlich mittels der Sinne Erkannte gründen, wodurch freilich auf Analogie und Induction gegründete, logische Schlüsse ebensowenig ausgeschlossen sein können, wie sie dies, strenggenommen, bei den allergewöhnlichsten Wahrnehmungen sind.

Aus den Tiefen der Vergangenheit reichen unzählige causale Wechselbeziehungen bis zur Gegenwart und werden fortdauern in der Zukunft, gleich wie die Fasern eines Baumstammes sich abwärts in die Wurzel und aufwärts zu den Aesten verzweigen. Viele dieser Beziehungen, ich möchte sagen dieser leitenden Fäden, sind durch die Forschung erkannt worden. Es ist Aufgabe der wissenschaftlichen Naturgeschichte des Kosmos, sie aufwärts, dem Strome der Zeit entgegen, nach ihrem Ursprunge hin zu verfolgen. Man darf nicht bezweifeln, dass es dem analysirenden Verstande gelingen könnte, bis in die unmittelbare Nähe des Convergenzpunktes, von dem alle jene Fäden auslaufen, vorzudringen; aber man darf auch keineswegs ohne weiteres behaupten, dass dies gegenwärtig schon möglich sei. Denn Vieles ist zur Zeit noch dunkel oder gar nicht erkannt, und die Schwierigkeit wächst in dem Maasse, als man sich von der flüchtigen Gegenwart entfernt. Die physische Weltgeschichte, mehr noch als die physische Weltbeschreibung, verläuft, ähnlich wie die allgemeine Menschengeschichte, in ihren Anfängen in einem ungewissen Dämmerscheine, wo es schwer hält, den schwankenden Gestalten Dauer und festen Umriss zu verleihen. Dem ernsten Forscher, der es unternimmt, auf einsamen Pfaden in ein entlegenes Gebiet einzudringen, geziemt es, an die Schwierigkeit zu erinnern, die nur eine flüchtige Betrachtung, den Knoten zerhauend statt ihn lösend, unterschätzen mag.

Wenn die Beschreibung des Kosmos mit den fernsten Nebelflecken anhebt und stufenweise bis zu unserem alten Erdballe herabsteigt, so verfolgt hingegen die Geschichte des Kosmos, die Naturgeschichte des Seienden, im Allgemeinen den entgegengesetzten Weg. Nicht innere Gründe sind es, die dies bedingen, sondern nur äussere, hervorgerufen durch den dermaligen Zustand unseres empirisch erlangten Wissens.

Von dem Zustande, von den durchlaufenen Phasen des Erdkörpers, von der Geschichte unseres Planeten steigen wir, geleitet durch Beobachtung, Analogie und Ideenverbindung, zu den übrigen Wandelsternen und dem Centralkörper unseres Sonnengebietes auf, um von hier, wie von einer hohen Warte aus, einen raschen, kühnen Blick zu thun in den ungemessenen Ocean des Seienden, die Fixsternwelt und ihre Entstehung. Wäre es erlaubt, hier Vergleiche anzustellen, so möchte ich die Resultate, welche sich aus dem Baue und der Bildung des Erdsphäroids ziehen lassen, vergleichen mit den historischen Forschungen in den Original-Urkunden eines reichhaltigen Archivs; jene Schlüsse hingegen, welche sich aus den Beziehungen der Erde zu den übrigen Planeten und unserer Sonne, für den Ursprung und die Entwicklungsgeschichte der ganzen planetarischen Welt ergeben, mit den überkommenen Geschichtsdarstellungen des Alterthums, die wir bei einem Herodot, einem Thukydides, einem Sueton bewundern; die Blicke hingegen in die Geschichte des ganzen sternerfüllten Weltraumes fänden schliesslich ihr Analogon in den Legenden von den Grossthaten der Vorfahren, wie sie bei den Alten nach einfachen Weisen zum Festmahle gesungen wurden.

Unabhängig, nicht von der Entwicklung unseres Erdballes, als vielmehr von der Darstellung und Begründung dieser Entwicklung, werden wir in einem zweiten Theile unserer Untersuchungen das Auftreten vitaler Erscheinungen am Grunde des Luftmeeres sowohl wie des Wasseroceans bis zu seinen ersten Keimen zu verfolgen haben: ein unsicherer und gefahrdrohender Weg, nicht allein wegen der Schwierigkeit des Gegenstandes an sich, sondern auch wegen eines empfindlichen Mangels zahl-

reicher, unter einander vergleichbarer und für den gegenwärtigen Zweck anzuwendender Beobachtungen. Bei solchen Zuständen ist es geboten, doppelt vorsichtig zu prüfen, zu sichten und zu sondern, um nicht durch vielleicht unbedachtsames Voreilen die Verknüpfungspunkte des sicher Erkannten mit dem bloss Geahnten zu verwirren, die leitenden Fäden zu zerreissen. Es kommt nicht darauf an, möglichst weit, sondern vielmehr möglichst sicher vorwärts zu schreiten und dauernde Spuren dieses Vordringens zu hinterlassen. Späteren Tagen mag es dann überlassen bleiben, mit erweitertem Wissen, gleichsam mit überlegeneren Waffen, von diesem Punkte aus abermals weiter zu dringen. In diesem Sinne darf man rücksichtlich der eigenen Individualität mit Goethe sagen: „Der Mensch ist nicht geboren, die Probleme der Welt zu lösen, sondern zu suchen, wo das Problem angeht."

---



## Erster Abschnitt.

# Entwicklungsgeschichte der Erde als eines kosmischen Organismus.

### Grundzüge der Kosmogonie.

---

# Der früheste Zustand der Erde.

Die Geschichte des Kosmos bedarf der gesammten Naturwissenschaften als Hülfsmitteln ihrer Forschung. Da, wo es sich um die Entwicklung unseres Erdballes als eines Planeten handelt, sind es aber vorzugsweise zwei, die physikalische Astronomie und die, heute so bewundernswürdig fortgeschrittene Geologie, welche den Schlüssel zur Entzifferung der Urkunden über die Entstehung und Ausbildung unseres Weltkörpers zu geben haben.

Man hat mit Recht bezüglich der Erde hervorgehoben, dass ihre Form ihre Geschichte ausspreche[1]). In der That weist die Abplattung unseres Planeten darauf hin, dass die Centrifugalkraft, wie sie durch den Umschwung um die Axe erzeugt wird, ein wichtiges, bedingendes Moment bei der ursprünglichen Gestaltung bildete. Wäre die Erde immer fest gewesen, so hätte die Tendenz der Schwungkraft: die ausserhalb der Rotationsaxe liegenden Theilchen von dieser zu entfernen, nicht zur Geltung kommen können. Die Realisirung dieser Tendenz, wie sie sich in der sphäroidalen Gestalt der Erde ausspricht, beweist daher, dass ihr ursprünglicher Zustand ein mehr oder weniger liquider war, gleichgültig ob feuriger oder wässeriger Natur.

Angeregt vielleicht durch Cassini's Entdeckung der sphäroidalen Gestalt des Jupiter [2]), scheint Newton der Erste gewesen zu sein, der das Factum der Erdabplattung in seiner kosmischen Bedeutung für die Bildungsgeschichte unseres Planeten erfasste, wie er allgemein der Erste war, der eine Abplattung

der Erde überhaupt annahm. Allein wenn auch in jener Beziehung zwei Jahrhunderte hindurch vollständige Uebereinstimmung der Meinungen herrschte, so hat hingegen ein langer, für die Entwicklung der Geologie freilich sehr erfreulicher Zwist über die Natur des liquiden Zustandes geherrscht. Ich brauche hier nur der allgemeinen Bezeichnungen „Neptunismus" und „Vulcanismus" zu gedenken, um an eine lange Reihe wissenschaftlicher Discussionen, zugleich aber auch an unermüdliche Bestrebungen nach Sammlung zuverlässiger Beobachtungen zu erinnern, die sich allenthalben, wo der Sinn für wissenschaftliche Forschung rege war, zeigten. Es ist Aufgabe der Geschichte der Wissenschaft, nicht aber der Naturgeschichte des Kosmos, den Kampf jener beiden Ansichten über den ursprünglichen Bildungszustand der Erde in seiner historischen Entwicklung aufzuzählen. An dieser Stelle bedarf es nur der Erinnerung an den Ausgang des Streites, der mit der vollständigen Aufnahme des Neptunismus in den Vulcanismus, speciell bezüglich der Erde, mit der Annahme eines feurig-flüssigen Zustandes unseres Planeten in der Vorzeit, endigte.

Die neueste Zeit hat die sonderbare Erscheinung dargeboten, dass eine Lehre, die über allen Zweifel begründet erschien, die Theorie des ursprünglich feurig-flüssigen Zustandes der Erde, aufs Neue mit scharfen Waffen angegriffen wurde, so dass es nothwendig erscheint, hier specieller auf die vorgebrachten Einwürfe einzugehen.

Bischof, der Verfasser der „chemischen Geologie", ist in seinen Angriffen gegen den feurigen Ursprung der Erde am weitesten gegangen [3]). Nach den Anschauungen, welche dieser Gelehrte zu begründen sucht, war unser Planet ursprünglich nicht einmal liquide. „Nichts steht der Vermuthung entgegen," sagt Bischof, „dass der Meeresboden, die ehemalige Erdoberfläche, kugelrund war. Huygens' und Newton's Hypothese eines vormaligen feurigen Zustandes der Erde, woraus diese grossen Naturforscher die Abplattung als Folge der Rotation zu erklären gesucht haben, und die hierüber geführten Discussionen, ob es ein feurig- oder ein wässerig-flüssiger Zustand war, wer-

den überflüssig." Die Beweise für seine Behauptung eines kugelrunden Meeresbodens, findet Bischof in den Ergebnissen der neueren Tiefenmessungen. Der gelehrte Chemiker giebt in der oben citirten Schrift eine Tafel derjenigen Sondirungen, die nach seiner Ansicht Zutrauen verdienen. Sie folgt untenstehend; $r'$ ist die Länge des Erdradius unter der betreffenden geographischen Breite, bei Annahme eines Aequatorealradius von 859,438 geogr. Meilen und einer Abplattung von $^1/_{289,1}$, $c$ ist der Abstand des Meeresbodens vom Centrum der Erde, $m$ die Meerestiefe.

| geogr. Breite. | geogr. Länge. | $r'$ | $m$ | $c$ | Beobachter. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) 36° 49′ s. | 37° 6′ w. | 858,367 | 1,891 | 856,476 | Denham. |
| 2) 50 30 n. | 10 bis | 857,655 | 0,589 | 857,066 | Field u. Berryman. |
| 3) 50 30 n. | 50 w. | 857,655 | 0,595 | 857,060 | " |
| 4) 52 10 s. | 139 16′ ö. | 857,577 | 0,355 | 857,222 | |
| 5) 56 n. | 10 bis 50 w. | 857,389 | 0,499 | 856,890 | |
| 6) 63 47 s. | 149 14 w. | 857,041 | 0,410 | 856,622 | |
| 7) 71 23 n. | 8 44 w. | 856,760 | 0,073 | 856,687 | C. Vogt u. Berna. |
| 8) 77 45 s. | 178 55 ö. | 856,597 | 0,101 | 856,496 | |
| 9) 78 53 n. | 5 56 ö. | 856,572 | 0,164 | 856,408 | Scoresby. |
| 10) nahe bei der vorherg. Stelle. | | 856,572 | 0,147 | 856,425 | |

Aus di sen Resultaten ergiebt sich, wie Bischof bemerkt, dass die allgemeine Form des Meeresbodens keineswegs diejenige eines Sphäroids von $^1/_{289}$ Abplattung ist. Wäre dies der Fall, so müssten die äussersten Werthe in der Columne $c$ um 1,8 geographische Meilen differiren, was nicht statt hat. Setzt man an Stelle der Bischof'schen Schätzung eine strenge mathematische Berechnung [4]), so ergeben die Messungen Nr. 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 als mittleren Werth der Abplattung $^1/_{584}$ und der äquatoreale Radius des Meeresbodens wird 857,9, der polare Radius 856,4 geogr. Meilen. Dagegen folgt aus Nr. 1, 2 u. 4 nicht allein keine sphäroidale Gestalt, sondern diejenige eines Umdrehungs-Ellipsoids, dessen Polaraxe im Mittel $^1/_{59}$ länger als die äquatoreale Axe ist. Dass solche nicht mit den Gesetzen der Schwere bestehen kann ist einleuchtend. Lässt man die Denham'sche Messung ausfallen, so ergiebt das Mittel der übrigen allerdings eine Gestalt des Meeresbodens, die von jener der Kugeloberfläche

wenig oder gar nicht abweicht. Bischof nimmt, wie bereits bemerkt wurde, die Sondirungen als zuverlässig an, während allerdings physikalische und nautische Erfahrungen dagegen sprechen. Trowbridge hat ausführlich nachgewiesen, dass sämmtliche vorhandenen Messungen grösserer Meerestiefen durchaus unsicher sind und der Irrthum denselben absoluten Werth erlangen kann, wie das gefundene Resultat[5]). Die Denham'sche Messung hat schon früher Maury bedeutend reducirt und Trowbridge zeigt, dass Denham's 9pfündiges Senkblei in 3000 Faden Tiefe pro Secunde keineswegs 2 Fuss sinken konnte, indem der Widerstand des Wassers auf eine Schnur von dem Durchmesser der angewandten, bei 2 Fuss Geschwindigkeit in der angegebenen Tiefe mehr als das Dreifache vom Gewichte des benutzten Senkbleies beträgt. Denham's Messung ist hiernach nur bis zu etwa 1000 Faden Tiefe als zuverlässig anzusehen, darüber hinaus verdient sie kein Vertrauen. Ueberhaupt fehlt es gegenwärtig noch an vollkommen zuverlässigen Methoden, um Seetiefen zu messen (der von Siemens vorgeschlagene Tiefenmesser ist praktisch noch nicht benutzt worden); jedenfalls weiss die heutige Wissenschaft viel zu wenig über das Bodenrelief des Meeres, um auf einzelne, unvollkommene Wahrnehmungen gestützt, Schlüsse von der Tragweite jener zu ziehen, welche Bischof darauf gestützt hat.

Dann lässt sich der Bischof'schen Theorie, welche in ihren Grundzügen sehr vieles mit der Mohr'schen Hypothese[6]) gemeinsam hat, ein weiterer, sehr gewichtiger Einwurf machen, der auf der regelmässigen Lagerung der Schichten des Erdinnern, die schon Laplace annahm, beruht.

Die analytische Mechanik beweist, dass die Anziehung einer Kugel (von der die Erde im Allgemeinen nur sehr wenig abweicht) auf jeden Punkt ihrer Oberfläche so wirkt, wie wenn die gesammte Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre. Nun verhält sich auch in der That die Anziehung der Erde sehr nahe so, wie dies bei einer regelmässigen (concentrischen) Schichtenlagerung der Fall sein muss. Die Abweichungen, die sich bei den grossen geodätischen Operationen in der Verschiebung der

Zenithalpunkte bemerklich machen, erscheinen so gering, dass sie nur bei sehr genauen Messungen erkennbar, und mit Recht den Unregelmässigkeiten in den obersten Schichten der alten Erde zugeschrieben werden. Wäre unser Planet ein Aggregat einzelner Massen, die bloss in ihrer Gesammtheit die Gestalt einer Kugel bildeten, so würde gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit eines dem obigen analogen Baues, unendlich gering werden. Denn nur dann, wenn sämmtliche Theile ursprünglich liquide waren und sich unter dem dominirenden Einflusse der Gravitation (neben welcher allerdings auch die chemische Verwandtschaft auftrat) um einen Anziehungs-Mittelpunkt gruppirten, ist eine reguläre, concentrische Schichtung denkbar. Leugnet man aber mit Bischof die Thatsächlichkeit eines ehemaligen liquiden Zustandes, so leugnet man gleichzeitig die Möglichkeit eines Factums, dessen Wirklichkeit durch geodätische Messungen und Pendelschwingungen ist constatirt worden.

Wäre die Erde nicht aus einem liquiden Urzustande erstarrt, wäre also die Massenvertheilung im Innern eine durchaus willkürliche, was nothwendig auf eine Vielzahl verschiedener Anziehungscentra führen müsste: so würden wir heute nicht einmal ihre wahre Gestalt und Grösse finden können, es wären keine astronomischen Beobachtungen, keine Ortsbestimmungen auf dem Meere, keine oceanische Schifffahrt, kein Welthandel endlich möglich. So vieles liegt daran, dass das Umdrehungssphäroid, dessen Oberfläche wir bewohnen, aus einer liquiden Masse erstarrte; und derjenige Zustand der Erde, dessen ehemalige Existenz einige hochverdiente Forscher der Gegenwart in Abrede stellen wollen, hat allein ihnen die Möglichkeit an die Hand gegeben, ihre Behauptungen durch Beobachtungen zu unterstützen.

Weniger entscheidend mit wenigen Worten lässt sich die genauere Natur des ehemaligen liquiden Zustandes nachweisen. Doch ist es unzweifelhaft, dass die schon 1690 von Leibnitz ausgesprochene Vermuthung, unsere Erde sei anfänglich feurigflüssig gewesen, der Wahrheit entspricht.

B. v. Cotta sagt[7]): „Den heissflüssigen geologischen Anfangszustand schliessen wir aus dem Ueberrest der Erdwärme,

welcher sich durch Temperaturzunahme mit der Tiefe, und durch die vulcanische Thätigkeit zu erkennen giebt; aus der beobachteten Reihenfolge der fossilen Organismen, welche für frühere Perioden eine grössere Erdwärme andeutet. Es mag zugegeben werden, dass der einst heissflüssige Zustand dadurch noch nicht als sicher erwiesen anzusehen sei, da keiner der angeführten Gründe für sich allein ein zwingender, jede andere Deutung ausschliessender ist. Ihre Uebereinstimmung ist es, welche am meisten wiegt, und die Annahme entspricht jedenfalls am besten dem gegenwärtigen Standpunkte aller Naturwissenschaften in ihrer Anwendung auf die Geologie."

Dieser Ausspruch des gelehrten Freiberger Geognosten ist freilich nicht ganz correct. Denn nicht sowohl die allerorts beobachtete Thatsache der, mit zunehmender Bodentiefe kräftiger auftretenden Eigenwärme des alten Erdballes, ebensowenig wie mineralogische und geologische Schlüsse über die Entstehungsweise einer Reihe der ältesten Gesteine sind es, die dazu zwingen, einen ehemals heissflüssigen Urzustand der Erde zu substituiren. Vielmehr ist es aus der neueren Wärmetheorie selbst zu entnehmen, dass Hitze das dominirende Princip im Jugendalter unseres Planeten sein musste, indem das Wasser — in seiner secundären, durch die Wärme allein bedingten Aggregatform — keineswegs jene lösende Kraft für alle Elemente besitzt, die hier anzunehmen nothwendig ist, die aber bei genügender Wärmezufuhr ohne allen Zweifel eintritt.

Wenn die Wärme, wie heute unzweifelhaft, eine Bewegung der Körperatome ist[5]), und die grössere oder geringere Bewegungsamplitude den Aggregatzustand bedingt, so liegt die Wahrheit der zuletzt ausgesprochenen Behauptung offen am Tage.

Die Untersuchungen der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine ist gegenwärtig noch keineswegs so weit vorgeschritten, um an ihrer Hand allein ein endgültiges Urtheil über Entstehungsweise derselben aussprechen zu können. Dagegen vermag sie freilich einzelne, mehr oder minder wichtige Beiträge zur Beantwortung der Frage nach dem Urzustande der Erde zu liefern.

Man weiss, dass seit Leopold von Buch den vulcanischen Ursprung des Basalts gegen Werner's neptunistische Theorie behauptet und in den Augen der Geologen begründet hat[9]), dieses Gestein in der That als aus feurigem Flusse erstarrt angesehen wird. Ganz neuerdings hat Friedrich Mohr diese Lehre zu erschüttern versucht, indem er den Nachweis zu führen unternahm, dass da, wo Basalt als einst unzweifelhaft geschmolzen auftritt, dies nur als ein locales Phänomen aufzufassen sei, das allgemein den vulcanischen Ursprung des Basalts nicht beweise. Die auf dem Meissner, Hirschberge und Habichtswalde vorkommenden stänglichen Braunkohlen, welche allgemein als ein Beleg für die feurige Einwirkung des Basalts auf jene Kohlen angesehen werden, sollen nach Mohr gerade das Gegentheil hiervon beweisen[10]). Nach den Analysen von Kühnert[11]), bei welchen die Proben sämmtlich bei 100° C. getrocknet wurden und kein fertig gebildetes Wasser mehr enthielten, besitzen jene Kohlen alle zwischen 3 und 5 Proc. Wasserstoff und 22 bis 30 Proc. Sauerstoff. „Wenn ein organischer Körper," sagt Mohr[12]), „durch Erhitzen Wasser aus seinen Bestandtheilen bildet, so kann dasselbe nach dem Erkalten nicht wieder in die rückständige Kohle als Bestandtheil eintreten, sondern nur als hygroskopisches Wasser, was aber bei 100° C. wieder entweicht. Es liegt also in den Resultaten der Analyse der Beweis, dass die sämmtlichen Kohlen des kurhessischen Gebietes niemals selbst bis zur schwachen Rothgluth erhitzt gewesen sein konnten, weil bei dieser Temperatur nicht Sauerstoff und Wasserstoff als Bestandtheile eines organischen Körpers in so grosser Menge verbleiben konnten. Ein einmal geglühter organischer Stoff hinterlässt eine Kohle oder Coake, die, nach Vertreibung des hygroskopischen Wassers, bei Luftabschluss geglüht, kaum mehr einen Gewichtsverlust ergeben kann und auch wirklich nicht ergiebt."

Eine grosse Monographie des Basalts, welche gelegentlich einer Preisausschreibung der Haarlemer Gesellschaft der Wissenschaften von Dressel ausgearbeitet und die gekrönt wurde, entscheidet hingegen, zum Theile nach den Resultaten mikrosko-

pischer Untersuchungen, für den feurig-flüssigen Ursprung des Basalts. Die schönen und überaus umfassenden Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine, welche unlängst Ferd. Zirkel veröffentlicht hat, zeigen durch das Vorhandensein von glasiger Masse zwischen den Gemengtheilen der Basalte und durch die nie fehlenden Glaseinschlüsse in denselben, dass die gewöhnlichen Basalte ebensowohl wie die basaltischen Laven aus geschmolzener Masse erstarrt sind. Da ferner gewisse mikroskopisch kleine Hohlräume in den Gemengtheilen des Basalts flüssige Kohlensäure enthalten, so wird auf einen ungeheuren Druck während des Ausscheidens dieser Krystalle geschlossen. Oberflächliche Lavaströme zeigen in ihren Gemengtheilen ebenfalls bisweilen flüssige Kohlensäure, auch diese müssen sich daher nach Zirkel in grossen Tiefen gebildet haben und erstarrt an die Erdoberfläche gebracht worden sein.

Es ist hier nicht der Ort, den Versuch zu wagen, solche Gegensätze zu vereinigen; hier sollte nur an einem bestimmten Beispiele gezeigt werden, dass die Lehre von der Entstehungsart der Gesteine nach ihrer dermaligen Verfassung noch keineswegs so weit entwickelt ist, um einwurfsfrei über den ursprünglichen Zustand der Erde sprechen zu können.

Aber auch die Zunahme der Bodentemperatur mit wachsender Tiefe kann gegenwärtig nicht mehr a priori als Beweis für das heute noch feurig-flüssige Erdinnere dienen. Die Lehre von der Umsetzung der Kraft, die experimentale Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents, zeigt mit Evidenz, dass der Druck der Erdschichten, dass das Sinken der Länder im Boden Wärme erzeugen muss. Das thermische Aequivalent der Kraft beträgt 0,429 Kilogrammometer[13]), so dass 429 Gramm, die 1 Meter hoch herabfallen, ein Quantum Wärme erzeugen, welches genügt, 1 Gramm Wasser um 1 Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erwärmen. Es ist unzweifelhaft, dass durch die Aushöhlungen, welche die meteorischen Wasser, in die Erde eindringend und wieder, tropfbar oder verdunstet, zu Tage tretend, erzeugen, vielfache Senkungen im Boden entstehen

müssen. Ebenso gewiss werden hierdurch Wärmeerscheinungen im Erdinnern auftreten; ob aber die so erzeugte Wärme ausreicht, die Zunahme der Bodentemperatur zu decken, muss vorläufig dahin gestellt bleiben.

Man weiss, dass die grossen Geologen aus der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, an der Spitze Buch und Humboldt, aus der Wärmezunahme gegen das Erdcentrum hin auf die Dicke der Schicht geschlossen haben, welche den noch als feurigflüssig betrachteten Kern umhüllt. Bei der sich auf diesem Wege ergebenden Mächtigkeit von 5 bis 10 Meilen, gegen eine glühende Masse von 850 Meilen Radius, hat man vielfach nicht einsehen können, wie diese feste Schale ungeschmolzen und unzerstört das ungeheure Gluthmeer umhülle. Auch eine Vielheit anderer Thatsachen, deren nähere Erörterung aber nicht hierhin gehört, haben ausgezeichnete Forscher der Gegenwart, wie Lyell, Volger, Bischof und Andere, zu dem Schlusse geführt, dass eine so geringe Dicke der festen Erdschicht, gegenüber dem feurigflüssigen Kerne, nicht existirt. Die Gründe, welche Humboldt und Buch für ihre Hypothese geltend machten und unter denen auch dem Umstande grosses Gewicht beigelegt wurde, dass Hunderte von Meilen lange Vulcanreihen, wie Essen über einer einzigen Spalte stehend, angetroffen werden, sind keineswegs unanfechtbar. Man könnte bei diesen Reihenvulcanen immerhin ein gemeinsames feuriges Reservoir annehmen, ohne dieses bis zum Mittelpunkte der Erde auszudehnen. Ja, der Umstand, dass in einzelnen Theilen solcher ausgedehnten Vulcanreihen furchtbare Eruptionen erfolgen, während die vulcanische Thätigkeit an den meisten anderen Punkten ruht, spricht vielmehr für einen, der Erdoberfläche verhältnissmässig nahen Sitz der vulcanischen Kräfte, als zu Gunsten der entgegengesetzten Annahme.

A. Perrey hat vor längerer Zeit eine Zusammenstellung geliefert, aus welcher er folgert, dass der Mond, analog den Gezeiten, auch einen Einfluss auf die Häufigkeit der Erdbeben zeige [14]). Es fallen nämlich auf die

Syzygien . . . 1901 Erdbebentage,
Quadraturen . 1753 „

Diese Zusammenstellung beweist aber kaum dasjenige, was Perrey daraus folgert, denn der Unterschied beträgt nicht mehr als 4 Proc. der Gesammtanzahl, ist also viel zu gering, um mit Sicherheit ausgesprochen werden zu können. Uebrigens macht Rudolf Falb scharfsinnig darauf aufmerksam, dass es für eine genauere Untersuchung völlig unzureichend ist, einen Neumond wie den anderen zu betrachten, indem (ein feurig-flüssiges Erdinneres vorausgesetzt) keineswegs jeder Neu- und Vollmond gleich stark wirkt; ebenso wenig dürfen alle Perigäen zusammengeworfen werden, da die schwach wirkenden offenbar viel häufiger sind als die stark wirkenden. In diesem Falle müssen sogar stets mittlere Zahlenwerthe ein negatives Resultat ergeben, indem die Quadraturen das an sich ziehen, was eigentlich den schwachen Syzygien gebührt.

Ziemlich verbürgt scheint die Thatsache zu sein, dass Erdbeben in den Herbst- und Wintermonaten weit zahlreicher auftreten als in den übrigen Jahreszeiten.

Nach Mairan fallen von 120 bis zum Jahre 1831 in Basel bemerkten Erderschütterungen 80 auf Herbst und Winter.

Nach Kluge ergiebt sich bezüglich der Vertheilung der von 1821 bis 1830 auf der nördlichen Erdhälfte beobachteten Erschütterungen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Januar | bis | März . . . . | 98 | Erdbeben |
| April | „ | Juni . . . . . | 95 | „ |
| Juli | „ | September . | 75 | „ |
| October | „ | December . | 101 | „ |

Die vulcanischen Eruptionen zeigen eine ganz entgegengesetzte Periode der Häufigkeit. Auf der nördlichen Halbkugel fielen unter 787 Eruptionen auf den

| | | |
|---|---|---|
| Sommer . . . . . . . . . | 314 | Eruptionen |
| Winter . . . . . . . . . . | 267 | „ |

Die südliche Hemisphäre hat bekanntlich Winter, wenn auf der Nordhälfte Sommer herrscht und umgekehrt. Dort fielen unter 206 vulcanischen Ausbrüchen auf die Monate

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| September | bis | Februar . . | 129 | Eruptionen |
| März | „ | August . . | 77 | „ |

Diese Thatsachen beweisen, dass die Insolation, d. h. die von der Sonne auf die Erdoberfläche niederströmende Wärme, einen wichtigen Factor beim Zustandekommen vulcanischer Eruptionen bildet. Kluge[15]) hält, als Resultat sehr zahlreicher Untersuchungen über die Periodicität vulcanischer Ausbrüche, für ungemein wahrscheinlich, dass die Eruptionen das directe Ergebniss der Jahreszeiten, des Einflusses der Wärme auf thauende Schnee- und Eismassen oder des Falles atmosphärischer Niederschläge sind; dass der Herd der vulcanischen Thätigkeit in weit geringerer Tiefe als man gewöhnlich annimmt (bei den meisten Vulcanen nicht viel tiefer als 30,000 bis 40,000 Fuss unter dem Meeresniveau) zu suchen sei; endlich, dass die meisten Eruptionen nur das Resultat localer chemischer Processe, keineswegs aber Ausflüsse eines feurig-flüssigen Erdinnern seien.

An diesem Orte liegt weder die Nothwendigkeit noch die Absicht vor, die gewonnenen Ergebnisse nach ihrem causalen Princip erklären zu wollen; man sieht aber leicht, dass jeder Erklärungsversuch nöthigenfalls ein feurig-flüssiges Erdinneres umgehen kann.

Wenn man sonach durch eine Reihe von nicht wegzuleugnenden Thatsachen gezwungen wird, anzunehmen, es habe sich unser Erdball ursprünglich in einem feurig-flüssigen Zustande befunden [16]), aus dem er, nach und nach erkaltend, in seine heutige Daseinsform überging; so ergiebt sich andererseits das für gewisse Untersuchungen nicht minder wichtige Resultat, dass Nichts dazu zwingt, anzunehmen, es sei das Innere unseres Planeten gegenwärtig noch feurig-flüssig und bloss von einer verhältnissmässig sehr dünnen Kruste umhüllt.

---

## Anmerkungen.

[1]) Kosmos, Bd. I, S. 171.

[2]) Mémoires de l'Academie des Sciences 1666—1669. Tme. II, p. 108.

[3]) G. Bischof, Die Gestalt der Erde und der Meeresfläche und die Erosion des Meeresbodens. Bonn 1867.

[4]) Bezeichnet $r$ den Erdradius unter der geocentrischen Polhöhe $\varphi$, ist ferner $b$ die kleine Axe der Erde, $\varepsilon$ die Excentricität der Meridianellipse, so folgt $r = b : \sqrt{1-\varepsilon^2 \cos^2 \varphi}$. Aus zwei unter verschiedenen geocentrischen Polhöhen $\varphi$ und $\varphi'$ bekannten Radien $r$ und $r_1$ findet man daher leicht $\varepsilon$ durch die Gleichung:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{r_1}\right)^2 - 1}{\left(\frac{r}{r_1} \cos \varphi\right)^2 - \cos^2 \varphi'}}$$

Nach dieser Formel sind die im Texte angegebenen Werthe der Excentricität und Abplattung berechnet worden, wobei indess durchgängig statt der geocentrischen die scheinbare Polhöhe gesetzt, und das Mittel der in No. 2 und 3 gefundenen Tiefen als das unter allen am sicherste Resultat zum Grunde gelegt wurde. Vergl. Klein, Grösse und Gestalt der Erde, Wochenschrift f. Astronomie XXIII, No. 9.

[5]) Siliman Journal N. F. XXVI. 157—177, 386—391.

[6]) Mohr, in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande 1865, sowie in der deutschen Vierteljahrsschrift 1866, vergl. auch Mohr, Geschichte der Erde, Bonn 1867.

[7]) Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866, S. 179.

[8]) Vergl. J. Tyndall, Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung. Dtsch. von Helmholtz u. Wiedemann. 1867.

[9]) Vergl. L. v. Buch's gesammelte Schriften. Hrsgbn. v. Ewald, Roth und Eck. Bd. I. Berlin 1868.

[10]) Gaea, Ztschrft f. Naturwissenschaften. 4. Jahrgang. S. 165 u. ff.

[11]) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 37, S. 97.

[12]) Mohr a. a. O. S. 166.

[13]) Im Mittel aus der Zusammenstellung der directen Versuche. Vergl. Fortschritte d. Physik. Bd. XIV, S. 353.

[14]) Vergl. auch Comptes rendus 1861, Tm. 52. p. 146. Ganz neuerdings hat A. Perrey, gestützt auf einige Bemerkungen von Palmieri, Secchi und Guarini bei den Ausbrüchen des Vesuvs in den Jahren 1855 und 1868, einen Beweis für das Vorhandensein einer Ebbe und Fluth im Ausfliessen der Lava zu sehen geglaubt, und sich hierüber in einem Schreiben an Marié Davy des Weiteren verbreitet. Man kann fragen: Weshalb zeigen sich analoge Gezeiten nicht bei dem benachbarten Stromboli gleichzeitig? Dazu ist auch die Existenz der nur an einigen Tagen wahrgenommenen Periodicität des Lavaflusses keineswegs über allen Zweifel sicher.

[15]) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1862. Heft 5.

[16]) In einer am 31. Mai 1867 in der Royal Institution of Great Britain gelesenen Abhandlung hat Sterrey Hunt eine Zusammenstellung derjenigen Erscheinungen geliefert, welche ihm zufolge bei der Bildung der Erde auftreten mussten und wovon Folgendes das Wichtigste:

»Wie man sich auch die Entstehung der Planeten vorstellen mag, so muss man nach dem gegenwärtigen Zustande des Wissens immer annehmen, dass sich einst die Erde, wie gegenwärtig noch der Sonnenball, in einem gasförmigen Zustande von ungemein hoher Temperatur befand, und dass er einer allmäligen Verdichtung unterlag bis zu dem Augenblicke, wo in Folge der fortschreitenden Abkühlung die gasförmige Masse sich im Centrum in zusammengesetzten, flüssigen Stoff umwandelte. Gewiss war die Erde gleichförmig, so lange sie in gasförmigem Zustande sich befand, aber mit sinkender Temperatur mussten die feuerbeständigsten chemischen Verbindungen, Kieselsäure, Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, sich bilden und im Mittelpunkte der Kugel verflüssigen. Dagegen konnten Verbindungen von Sauerstoff und Quecksilber, oder von Sauerstoff und Wasserstoff

noch nicht existiren. Bei stets fortschreitender Abkühlung trennten sich immer mehr Elemente aus der gasförmigen Masse ab, welche jetzt bereits eine Atmosphäre und den flüssigen Kern darstellte.

Die verdichteten Stoffe lagerten sich nothwendigerweise nach ihrem specifischen Gewichte, die schwereren tiefer als die leichteren, und hieraus erklärt sich die Thatsache, dass die mittlere Dichtigkeit des ganzen Erdballes jene der oberen Schichten um das Doppelte übertrifft. Es können um den Erdmittelpunkt herum Verbindungen existiren, deren chemische Elemente weit schwerer und durchaus anders gruppirt sind, als diejenigen, welche wir kennen.

Die weitere Abkühlung führte nach und nach das Flüssigwerden derjenigen Elemente herbei, welche bei unserer gewöhnlichen Ofenhitze nicht flüchtig sind, hierauf ein theilweises Festwerden, das zuerst im Erdmittelpunkte beginnen musste. Letzteres deshalb, weil der überwiegend grösste Theil der Mineralstoffe im festen Zustande dichter als im flüssigen ist und daher erhärtet niedersinken musste.

Es ist aber kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass die inneren Theile der Erdkugel direct an der Felsbildung der oberflächlichen Kruste Theil genommen. Die Erdrinde bildete vielmehr um den festen Kern eine wenig tiefe, flüssige Schicht, welche alle Elemente enthielt, welche die jetzigen Felsen bilden sollten, mit Ausnahme der noch gasartigen Bestandtheile. Heute ist diese Erdkruste unter ihren eigenen Trümmern begraben; aber wir können durch folgende chemische Betrachtungen den Versuch machen, sie uns vorzustellen.

Die Einflüsse, welchen die Bildung der Erdrinde ausgesetzt war, sind die nämlichen, welche stattfinden würden, wenn gegenwärtig Land, Meer und Luft bei einer sehr hohen Temperatur aufeinander wirken würden. Offenbar würde unter solchen Umständen eine Umwandlung der kohlensauren, salzsauren und schwefelsauren Salze in kieselsaure erfolgen, während Kohle, Chlor und Schwefel als saure Gase frei würden und mit dem Stickstoff, dem Wasserdampfe und dem überschüssigen Sauerstoffe zu einer Atmosphäre zusammentreten würden, welche jener der Urzeit ähnlich wäre. Die entstehende geschmolzene Masse enthielte in Gestalt von Silicatverbindungen alle Basen und würde hinsichtlich ihrer Zusammensetzung den Ofenschlacken und vulcanischen Glasmassen sehr ähnlich sein.

Wir sehen also, dass die Uratmosphäre bei sehr grosser Dichtigkeit mit sauren Gasen beladen war. Unter diesem höheren Drucke

erfolgte die Condensation bei einer höheren Temperatur als dem heutigen Siedepunkt des Wassers (100° C.) und die Vertiefungen der halb abgekühlten Erdrinde mussten sich mit überhitzten Lösungen von Salzsäure füllen, die auf die Silicate zersetzend einwirkt. Es entstanden so Chlorverbindungen der verschiedenen Metalle, während der Kiesel als Quarz sich abschied bis die Säure gesättigt war. So bildete sich das Meerwasser, welches die Chlorverbindungen von Calcium und Magnesium, Aluminiumsalze und andere metallische Basen in Lösung hielt.

Die Zusammensetzung der Atmosphäre, die nun von ihrem Chlor und den Schwefelverbindungen gereinigt war, näherte sich der unserer jetzigen Erdhülle. Nur der ungleich grössere Gehalt an Kohlensäure unterschied sie noch.

Es beginnt jetzt die zweite Phase der atmosphärischen Einwirkung auf die Erde, welche durch die Zersetzung der ursprünglichen Erdrinde unter dem Einflusse der Kohlensäure und der Luftfeuchtigkeit charakterisirt ist. Die zusammengesetzten Silicate verwandeln sich in kieselsaure Thonerde, während die freigewordenen Basen, Kalk, Magnesia und Alkalien sich mit der Kohlensäure verbinden, und aufgelöst ins Meer gespült werden. Diese kohlensauren Salze fällen die Thonerde und die Oxyde der schweren Metalle und zerlegen das Chlorcalcium, indem sich kohlensaurer Kalk und Chlornatrium (Koch- oder Seesalz) bildet. Die härtesten Felsen verwandelten sich in der an Kohlensäure so reichen Atmosphäre und bei der damaligen ungemein hohen Temperatur in Thon, während eine entsprechende Menge Kohlensäure aus der Luft verschwindet und bestimmte Mengen kohlensauren Kalks, Kochsalz und Chlorcalcium sich bilden. Es ist interessant, in dieser Beziehung die Wassermassen der heutigen Oceane mit denjenigen des Urmeeres zu vergleichen, dessen Zusammensetzung wir aus den fossilen Meerwassern kennen, die in den ältesten geschichteten Felsen eingeschlossen sind. Diese sind reicher an Kalk und Magnesiasalzen als das jetzige Meerwasser, das seinen kohlensauren Kalk zur Bildung der Kalkfelsen abgegeben hat.

Die Kohlensäuremenge war so bedeutend, dass die gegenwärtigen Reptilien in der damaligen Luft nicht hätten leben können, und dass die Luft athmenden Thiere ganz besonders organisirt sein mussten. Brogniart hat gezeigt, wie die Pflanzen die Uratmosphäre gereinigt haben, und die grossen Lager fossiler Brennstoffe

beweisen die Zerlegung der Kohlensäure durch die alte Vegetation, welche gleichzeitig den Sauerstoff freimachte.

Indem die Atmosphäre die Erdoberfläche zerlegte und zerbröckelte, bedeckte sie dieselbe allenthalben mit geschichteten Lagern, theils mechanischen, theils chemischen Ursprunges. Diese Felsmassen besitzen gegenwärtig eine solche Dicke, dass die aus dem Innern strahlende Wärme ganz unmerklich ist. Sie war aber ehemals bedeutend, und die Wärme nahm von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt rascher zu als gegenwärtig.

Diese Wärme des Erdinnern musste die tiefen Schichten erweichen und neue chemische Wirkungen zwischen ihren Elementen erzeugen. So entstanden die krystallinischen Felsen, Gneis, Granit und andere. Der Granit ist nicht, wie man gewöhnlich annimmt, der Urfelsen, die Unterlage der Erde, diese ist gegenwärtig unsichtbar.

Das Erweichen und Schmelzen der tiefen Schichten ist von einer Gasentwicklung begleitet, welche durch die Einwirkung der erhitzten Felsmassen auf Wasser, das in ihren Poren enthalten ist, entsteht. So erklären sich die chemischen Vorgänge der Vulcane, welche nur die Oeffnungen sind, aus denen jene geschmolzenen Felsen und ihre Gase entweichen.

Erfolgt bei diesem Schmelzen keine Gasentwicklung, so werden die mehr oder weniger erweichten Felsen wieder fest, und zwar entweder an ihrem ursprünglichen Orte oder in den Spalten der sie bedeckenden Schichten, und bilden dann die eruptiven oder plutonischen Felsen, wie den Granit und Basalt.

Diese Theorie ist bereits vor nun 30 Jahren von Sir John Herschel geahnt worden, und eine ganze Reihe von Thatsachen, welche die verschiedensten Forscher ermittelt, führt gleichfalls zu dem Schlusse, dass die vulcanischen und plutonischen Erscheinungen ihren Sitz in der tiefen erweichten Schicht der sedimentären Ablagerungen und nicht in dem centralen Kerne haben. Denn wäre die Erde im Innern nicht fest, so müsste sie, nach der astronomischen Rechnung von Hopkins, eine Rinde von mehreren hundert Meilen Dicke besitzen, die das Centrum sicherlich von jeder Theilnahme an den vulcanischen Erscheinungen der Oberfläche ausschliessen würde.

Der so lange geführte Streit zwischen Neptunisten und Vulcanisten scheint nun gelöst. Die Plutonisten behaupteten den feurigen Ursprung der krystallinischen Massengesteine und schrieben dem Feuer die Bildung der Metalladern zu. Die Neptunisten hingegen

liessen alles aus einer wässerigen Lösung entstehen. Durch die von der Wissenschaft der Neuzeit entdeckten Thatsachen belehrt, lassen wir beiden Parteien Gerechtigkeit widerfahren. Wir erkennen die Wirkung des Wassers und die der sauren Lösungen auf die primitiven plutonischen Massen und wissen, dass die so entstehenden Ablagerungen aus dem Wasser durch Feuersgewalt wieder in krystallinische, plutonische und vulcanische Felsen umgewandelt werden, wenn sie sich tief in das Innere des Erdkörpers einsenken.« Vergl. Archiv des sciences physiques 1867. 1.

Unlängst hat Murray (in einer am 17. Juni 1868 in der geologischen Gesellschaft zu London verlesenen Abhandlung) darauf aufmerksam gemacht, dass in früheren geologischen Perioden die Masse des Wassers eine weit bedeutendere als gegenwärtig gewesen sein müsse. Einen Beweis für diese Annahme findet er in der fast allenthalben gleichen Höhe der Koralleninseln über dem Seespiegel. Eine solche ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, wenn Hebungen die Felsen über den Seespiegel bringen, aber erklärlich unter Annahme einer Volumverminderung des Meeres. Die Ursache hiervon sucht Murray in der chemischen Verwandtschaft des Wassers zu den Mineralien und schliesst auf ein dereinstiges gänzliches Gebundenwerden der das Wasser bildenden Elemente an die festen Massen. Beim Monde soll dies nach Murray bereits eingetreten sein.

## Entstehung des Sonnensystems und der Erde.

Wir haben den Zustand unseres Erdkörpers in einer ungemein entlegenen Epoche erkannt; aber die Betrachtungen und Untersuchungen, welche in jene, das Gemüth bedrängende Vergangenheit leiteten, geben keinerlei Aufschluss über das ursächliche Moment, welches jenen Zustand bedingte und einleitete, noch über die zeitliche Dauer, die er in Anspruch nahm.

War der Erdkörper seit Anbeginn eine feurig-flüssige Masse, oder geht diesem noch ein früherer Zustand voraus? Das ist die wichtige Frage, mit der wir uns jetzt zu beschäftigen haben.

Es kann nicht Absicht sein, hier eine historische Aufzählung der Theorien zu geben, welche in der neueren Wissenschaft über den Urzustand der Erde aufgestellt worden sind; es genügt zu bemerken, dass sie zuletzt alle nach einer Richtung hin zusammenlaufen und den ehemaligen feurig-flüssigen Zustand unseres Planeten nur als einen secundären betrachten. Nicht Gründe empirischer Wahrnehmungen, nicht directe Beobachtungen, sondern philosophische Schlüsse, begründet auf Analogie und Induction, haben zu diesem mehr als wahrscheinlichen Ergebnisse geleitet.

Wenn es unbestreitbar bleibt, dass wir uns in unserer Vorstellung niemals bis zu einem Begreifen des Anfangs der Dinge, der Entwicklung eines ersten Seins aus dem Nichtsein zu erheben vermögen; so liegt es doch in der Natur des menschlichen

Geistes, rastlos bis zu einem Punkte vordringen zu wollen, von wo aus das Gewordene nicht als ein Bruchstück, sondern als ein harmonisch Entwickeltes sich darstellt. Abgesehen von der Möglichkeit einer Realisirung dieses echt menschlichen Strebens im Allgemeinen, darf man gestehen, dass es im vorliegenden Falle zu glücklichen Resultaten geführt hat.

Der neueren Wissenschaft war es vorbehalten, bedingungsweise zu zeigen, wie der ganze Kosmos in einem ununterbrochenen Kreislaufe seiner Entwicklung begriffen ist; die Wissenschaft der Zukunft, darf man hoffen, wird die Schwierigkeiten des Problems, die gegenwärtig zum Theil nur mittelst einiger kühnen, aber keineswegs einer inneren wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit entbehrenden Hypothesen zu überwinden sind, immer mehr wegräumen. Es ziemt der wahren wissenschaftlichen Forschung, das sicher Erkannte immer streng von dem zu scheiden, was zwar einer mehr oder minder hohen Wahrscheinlichkeit nicht entbehrt, ohne jedoch zur Zeit strenge Begründung gefunden zu haben.

Die wissenschaftliche Formulirung der heute angenommenen Hypothese über die Entwicklung der Erde, soweit diese vor den heiss-flüssigen Zustand fällt, verdankt man dem grossen Geometer Laplace, dem Verfasser der „Mécanique céleste". Es ist das einzige Mal gewesen, dass dieser berühmte Mathematiker das Feld der analytischen Forschung verliess und auf ein Gebiet überging, das vordem so vielfach der Tummelplatz phantastischer Gebilde war.

In seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" hat der grosse deutsche Philosoph Kant schon lange vor Laplace eine Kosmogonie aufgestellt, von welcher die des Letzteren streng genommen nur eine Berichtigung und Weiterentwicklung ist [1]).

Der Nerv der Laplace'schen Darstellung ist das Princip der Einheit des ganzen Sonnensystems. Noch ehe die Spectralanalyse den Beweis antreten konnte, dass dieselben Stoffe, welche unseren alten Erdball bilden, auch in der Sonne enthalten sind; noch ehe die Analyse des Chemikers in dem donnernd herab-

stürzenden Meteoriten neben vielen anderen Elementen auch Wasserstoff und Kohlenstoff entdeckt hatte: sprach es der französische Geometer aus, dass das ganze Planetensystem einer einheitlichen Entstehung sein Dasein verdanke.

Laplace wurde auf diese Vorstellung geführt, als er die 43 damals bekannten Bewegungen im Sonnensysteme betrachtete und eine Wahrscheinlichkeit von 4,000,000,000 gegen Eins fand, dass die Uebereinstimmung in der Richtung derselben keine Wirkung des Zufalls sein könne[2]). Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass hierdurch allein, wie man allgemein anzunehmen pflegt, die Laplace'sche Theorie keineswegs gesichert erscheinen kann. Lagrange, Laplace und Poisson haben gezeigt, dass die Stabilität des Planetensystems, d. h. also seine dauernde Existenz unter anderem auch davon abhängt, dass die Bewegungen der Planeten in ihren Bahnen alle nach derselben Richtung hin vor sich gehen. Es wäre daher möglich, dass allerdings sämmtliche Planeten sich in der nämlichen Richtung um die Sonne bewegten, ohne deshalb einen gemeinsamen Ursprung zu besitzen, indem nur dann, nicht aber in dem anderen Falle (bei retrograden Bewegungen) die Existenz des Systems überhaupt möglich war.

Die wichtigsten und entscheidendsten Beweise für die Richtigkeit der Laplace'schen Theorie hat erst die neueste Zeit geliefert. Hierhin gehören: Das Erkennen des Sonnenballs als einer noch gegenwärtig feurig-flüssigen Masse; die Uebereinstimmung der auf spectral-analytischem Wege gefundenen stofflichen Zusammensetzung der Sonne aus Elementen, die nicht der Erde fremd sind; die Gleichartigkeit der Grundstoffe in den niederfallenden Meteoriten mit denjenigen unseres Planeten; die Nichtconsistenz der Saturnringe und der höchst wahrscheinlich dunst- oder wolkenartige Zustand der Oberflächen der äusseren Planeten überhaupt[3]).

Die retrograde Bewegung vieler Kometen und die grossen Bahnneigungen dieser Gestirne gegen die Ebene des Sonnenäquators haben lange und begründete Bedenken gegen die Richtigkeit seines Systems bei dem Verfasser der „Mechanik des

Himmels" hervorgerufen. Schliesslich blieb er bei der Consequenz stehen, die Kometen als ursprünglich unserem Sonnensystem fremd, als kleine, durch den Weltenraum schweifende Massen zu betrachten, die nur durch zufällige, von ihrem jeweiligen Standorte abhängige Anziehung benachbarter Weltkörper in die Bahnen geworfen wurden, welche wir bei ihnen finden.

Diese zwingenden Folgerungen aus dem Laplace'schen Systeme haben sich in den Forschungen der allerneuesten Zeit auf merkwürdige Weise bestätigt. Schiaparelli[4]) und kurz nach ihm Leverrier haben gezeigt, dass die Sternschnuppen des August- und Novemberschwarms in Bahnen einhergehen, die mit denjenigen zweier Kometen identisch sind. Dazu hat Weiss[5]) noch darauf aufmerksam gemacht, dass manche der periodischen Sternschnuppenfälle mit der gleichzeitigen Annäherung der Erde an die Bahnen mehrerer Kometen zusammentreffen. Dies findet auch beim Laurentiusstrome (August 10—13) statt, indem im 317. Grade heliocentrischer Länge ausser dem Kometen III 1862, noch der zweite von 1852 die Erdbahn durchkreuzt. Derselbe Astronom hat ebenfalls bezüglich einzelner reichen, aber isolirten Sternschnuppenfälle Data gesammelt, die deren Zusammenhang mit gewissen die Erdbahn durchschneidenden Kometen erkennen lassen.

Aus der Gesammtheit der hierhin gehörenden Untersuchungen ergiebt sich, dass Kometen und Sternschnuppen einer und derselben Natur, dass die Haarsterne Ansammlungen von Feuerkugeln und Meteoriten sind. Schon frühere Untersuchungen (über den berühmten Lexell'schen Kometen) und besonders neuerdings Leverrier's Rechnungen haben aber das weitere Resultat ergeben, dass die Bahnen der Kometen bisweilen bloss vorübergehende sind, dass diese Gestirne aus den Tiefen des Weltraumes, dem mächtigen Zuge der Sonne und der grösseren Planeten folgend, zu uns herabsteigen in Bewegungslinien, die nicht ihre ursprünglichen waren. In dem bekannten Briefe Leverrier's an Sir John Herschel[6]) hat der Errechner des Neptun nachgewiesen, dass der Schwarm der Novembermeteore

verhältnissmässig sehr neuen Datums ist. Die Geschichte gedenkt dieser Sternschnuppen seit dem Jahre 902 unserer Zeitrechnung; Leverrier's Rechnungen haben ergeben, dass 776 Jahre früher (zur Zeit, als der erste Stoss der asiatischen Horden, sich durch ihre westlichen Nachbarn fortpflanzend, auf den Koloss des Römerreichs traf) der Schwarm der Novembermeteore dem Planeten Uranus so nahe trat, dass dessen Anziehung ihn in diejenige Bahn warf, welche er in der That heute beschreibt.

Hält man zu diesen Ergebnissen die Theilung des Biela'schen Kometen und sein neuerliches, gänzliches Verschwinden, ferner das von einigen Seiten behauptete fortwährende Abnehmen des Encke'schen und Faye'schen Kometen, sowie den Umstand, dass diese und andere Haarsterne von kurzer Umlaufszeit von den früheren Kometenjägern Messier und Méchain niemals sind gesehen worden; so folgt aus der Gesammtheit aller angeführten Thatsachen mit zwingender Nothwendigkeit der Schluss, dass die Kometen keineswegs dauernde, sondern mehr vorübergehende und zufällige Bestandtheile unseres Sonnensystems sind, die in einer Kosmogonie durchaus nicht mit den Planeten ohne Weiteres zusammengestellt werden dürfen [7]).

So sind denn gegenwärtig die letzten Einwürfe gefallen, die man dem Laplace'schen Systeme von der Entstehung des Sonnensystems und der Erde machen konnte, und dieses besitzt nunmehr eine nahe an Gewissheit grenzende Wahrscheinlichkeit.

Der Laplace'schen Theorie gemäss bildete die Sonne ursprünglich den centralen Kern eines beträchtlich über die Bahn des heutigen äussersten Planeten ausgedehnten Nebelflecks, der eine ungemein hohe Temperatur besass und einer Umdrehungsbewegung von West nach Ost unterworfen war. Durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum erfolgte allmälige Zusammenziehung und damit, nach bekannten Gesetzen der Mechanik. Beschleunigung der Rotation. Sobald aber letztere eine bestimmte Grenze überschritt, musste, wie die analytische Mechanik nachweist und Plateau's sinnreiches Experiment bestätigt hat, die Bildung von Ringen eintreten. Die Unwahrscheinlichkeit

einer genau regelmässigen Zusammensetzung und Erkaltung giebt die Nothwendigkeit des endlichen Zerreissens dieser äquatorealen Ringe, wodurch, in Folge des noch statthabenden liquiden Zustandes, das Ballen von einzelnen Kugeln mit Rotation von West nach Ost eintrat. Aus diesen Embryonalzuständen der Planeten entwickelten sich in Wiederholung des soeben geschilderten Vorganges, unter den geeigneten Umständen, die Trabanten und die Saturnsringe, letztere heute noch ein Hinweis auf unvollendete Zustände.

Durch die so jetzt skizzirte Theorie werden allerdings glücklich die in übereinstimmender Richtung erfolgenden Revolutions- und Rotationsbewegungen der Planeten, die geringen Neigungen und Excentricitäten ihrer Bahnen, sowie die Existenz der Saturnsringe erklärt; aber Laplace hat es unbestimmt gelassen, wodurch der grosse, von West nach Ost rotirende Nebelfleck, dessen centraler Kern die Sonne bildete und dessen Temperatur eine so ungemein hohe war, in diesen Zustand gelangte. Solches hat neuerdings unter Anderen Faye nachzuholen versucht[8]), indem er von dem heute in der Wissenschaft geläufigen Princip der Umsetzung der Kraft ausging. Hiernach vereinigte sich die im Weltraume zerstreute Materie zu einem Centrum, wobei die Bewegung derselben, in Wärme umgesetzt, eine so ungeheure Temperatur erzeugte, dass das Ganze sich in einen nebeligen Zustand verflüchtete, in welchem vollständige Dissociation der Atome eintrat[9]). In diesem Stadium konnte keine bedeutende Licht- und Wärmeentwicklung stattfinden; es correspondirt in solcher Hinsicht mit demjenigen, welches uns die schönen und umfassenden spectral-analytischen Arbeiten von Huggins[10]) und Secchi[11]) bei verschiedenen Nebelflecken am Fixsternhimmel kennen gelehrt haben.

In Folge der stetigen Abkühlung durch Ausstrahlung ging im Laufe ungezählter Jahrmyriaden der ursprüngliche Zustand vollständig in denjenigen einer gasförmigen Vereinigung über, welche die Elemente nicht mehr im Zustande der Dissociation enthält. Das ist nach Faye's Ansicht noch der gegenwärtige Zustand der Sonne. In diesem Stadium fand wahrscheinlich

auch die Abtrennung der Ringe und die Bildung der Planeten statt. Professor Redtenbacher hat es versucht[15]), aus dem Princip der Umsetzung der lebendigen Kraft die anfänglichen Erwärmungszustände der Weltkörper herzuleiten. Er giebt zuletzt folgende Werthe: für die Sonne 178,075,200 Grade, für die Erde 55,200, für Jupiter 1,656,000 Grade. Diesen speciellen Zahlenwerthen muss man billig misstrauen, aber die ungemein hohe Anfangstemperatur ist darum nicht weniger sicher.

Die verhältnissmässig kleinen Massen der heutigen Wandelsterne verloren ihre Wärme sehr viel schneller, als der ungeheure Sonnenball, indem die Abkühlungsfläche (die im Verhältnisse des Quadrats des Halbmessers steht, während der Inhalt wie der Kubus des Radius wächst) bei kleinen Kugeln relativ bedeutender als bei grösseren ist.

Aber auch die Sonne selbst verliert noch ununterbrochen an Wärme. Aus den Bestimmungen von Pouillet[13]) und Herschel[14]) folgt, dass die zenithale Sonne in jeder Minute eine Wärmemenge auf die Erde sendet, welche hinreicht, eine Eisschicht von 0,00728 Zoll Dicke zu schmelzen. Berücksichtigt man die Absorption in der Atmosphäre, so vermag die jährlich den Erdball treffende Sonnenwärme eine Eisschicht zu schmelzen, welche unsere ganze Erdoberfläche 100 Fuss hoch bedeckt[15]). Der Durchschnitt der Erdoberfläche mit einer Kugel, deren Radius dem mittleren Erdbahnhalbmesser gleichkommt, beträgt $1/_{2,300,000,000}$ der letzteren; sonach ist die wahre jährliche Wärmestrahlung der Sonne eine solche, welche der Verbrennungswärme einer Kohlenschicht gleichkommt, die 17 Meilen dick die ganze Sonnenoberfläche bedeckt. Das entspricht einer soliden Kugel von Kohle, deren Durchmesser 7700 Meilen beträgt und die demnach dem Planeten Uranus an Grösse gleich ist.

Haben wir so einen raschen Blick geworfen auf die unfassbar grossen Wärme- und Kraftmengen, welche die Sonne Jahr für Jahr aussendet, so haben wir damit gleichzeitig erkannt, dass es nicht die Verbrennung organischer Körper sein kann, welche jene ungeheure Gluth unterhält. Denn wenn der Sonnenball selbst aus reiner Kohle bestände, so würde er in weniger als

sechzehn Jahrtausenden aufgezehrt sein. Nur derselbe Process kann es sein, der heute die Sonnenwärme unterhält, welcher einst in der grauen Vorzeit die belebende Wärme aus dem Schlummer rief, in welchem sie träge gefesselt lag. Heute gehen auf der Sonne noch immer die nämlichen Vorgänge von statten, die voreinst in dem glühenden Gasballe auftraten, aus welchem sich die ganze planetarische Welt entwickelt hat. Helmholtz hat gezeigt, dass, wenn die Sonne sich von ihrer gegenwärtigen Dichte bis zu derjenigen der Erde (also auf das Vierfache ihrer heutigen mittleren Dichte) zusammenzieht, die hierdurch entwickelte Wärme genügt, um die Ausstrahlung für 17,000,000 Jahre zu decken [16]). Dass aber eine stetige Zusammenziehung der Sonne stattfinde, widerstreitet keineswegs den Ergebnissen der heute so überaus verfeinerten astronomischen Messungen. Denn die Abnahme des scheinbaren Durchmessers würde unter der oben gemachten Annahme erst in den nächsten 24,000 Jahren bis zu einer Bogensecunde anwachsen, d. h. einen Werth erreichen, bis auf welchen heute noch der Durchmesser zweifelhaft ist [17]).

Indem wir zu dem Schlusse gelangen, dass durch allmälige Zusammenziehung des Sonnenballes die Ausstrahlung gedeckt wird, sprechen wir gleichzeitig eine temporäre Begrenzung des ganzen Vorganges aus. Einst muss die Zeit kommen, wo die unerschöpflich scheinenden Kraftvorräthe der Sonne erschöpft sein werden; die Sonne muss erlöschen, so will es als nothwendige Consequenz der wissenschaftliche Gedankengang. Was wir als etwas in der dunkelsten Vergangenheit bei den Planeten Eingetretenes vollzogen vor uns sehen: Licht und Wärme beraubte Weltenorganismen, das wird im Laufe zukünftiger Jahrtausende auch für das leuchtende Tagesgestirn eintreten, das nicht mit Unrecht der Bewohner des alten Heliadenreiches von Peru als der Erde Mutter verehrte. Die Sonne wird erlöschen und mit ihr die Sonne des menschlichen Geistes, des organischen Lebens [18]).

Die Thatsachen, welche wir oben zum Beweise für die Laplace'sche Theorie angeführt haben, involviren als logische Consequenz die Annahme eines zeitlichen Entstehens des ganzen

Sonnensystems; das Eine bedingt das Andere. Es ist sogar von verschiedener Seite der Versuch gewagt worden, Zahlenwerthe wenigstens für das chronologische Alter der Erde zu gewinnen. Helmholtz findet, von gewissen Voraussetzungen über die anfängliche Wärme der Nebelmasse ausgehend, 70,000,000 Jahre für die Zeit, seit der sich die Sonne zu verdichten begann, und für das Alter der Erde 68,365,000 Jahre. Einen anderen Weg habe ich eingeschlagen [19]). Es lässt sich nämlich zeigen, dass die Rotation der Erde niemals kürzer als 17 Stunden 6 Minuten sein konnte, und dass gegenwärtig 20 Stunden 36 Minuten als wahrscheinlichster ursprünglicher Werth der Rotation anzunehmen sind; nimmt man hierzu Adams' und Delaunay's Untersuchungen über die Verlangsamung der Erdrotation in den letzten 2000 Jahren [20]), so gelangt man zu dem Ergebnisse, dass im Mittel 2000 Millionen Jahre verflossen sind, seit zum ersten Male eine erhärtende Kruste den glühenden Erdball umschloss. Diese beiden Resultate für das Alter der Erde stimmen nicht sonderlich mit einander überein, was nach der Mangelhaftigkeit der numerischen Daten, welche in die Rechnungen eingingen, kaum anders zu erwarten war; aber die Ausgangspunkte beider Untersuchungen sind die gleichen: sie basiren auf einer unbedingt nothwendigen, zeitlichen Entstehung der Erde wie des ganzen Sonnensystems.

Haben wir so gesehen, dass das gegenwärtige Alter unseres Erdballes nur ein zeitlich begrenztes sein kann, so erübrigt es nunmehr, zu zeigen, dass auch die zukünftige Dauer nicht über ein gewisses endliches Maass hinausgehen wird. Die hohe Ausbildung der Astronomie ermöglicht es, Beweisführungen dieser Art fast auf einen ebenso geringen Raum zusammenzudrängen, als die Diagnose einer neuentdeckten Thier- oder Pflanzenart. Die Ewigkeit der gegenwärtigen Einrichtung des Planetensystems wird bedingt durch eine absolute Leere des Weltenraumes; solche findet indess nicht statt, daher müssen sich die einzelnen Wandelsterne — unsere Erde unter ihnen — mit ermattender Tangentialbewegung der Sonne mehr und mehr nähern. Die elliptische Bahnform wird zu einer spiralförmigen und der Planet findet

sein Ende, wo er voreinst seinen Anfang genommen. Die Existenz eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums beweist die successive Abnahme der halben grossen Bahnaxe des Encke'schen Kometen[21]) sowohl, als die Extinction des Sternenlichtes bei seiner Fortpflanzung durch den Weltenraum[22]). Vielleicht ist der Aether, der Widerstand leistend die planetarischen Bahnen verengt, identisch mit dem Aether des Physikers, durch dessen Vermittelung die wundervollen Erscheinungen chromatischer Polarisation und doppelter Brechung, sowie die Schwingungen der Wärme vor sich gehen. Wenn es aber auch wissenschaftlich unbestreitbar ist, dass der Erdkörper dereinst bei seinem Niederstürzen zur Sonne in Gluth enden wird, wie er glühend begann: so kann doch die gegenwärtige Beobachtung noch Nichts über den Zeitpunkt andeuten, wann dieses Ende der planetarischen Laufbahn unserer Erde eintreten wird. Die Bahnverengung, die Verkürzung der siderischen Revolution unserer Erde sowohl als der übrigen Planeten, hat sich innerhalb der letzten zwei Jahrtausende noch durchaus jeder Beobachtung entzogen. Nur das ist uns zu schliessen verstattet, dass jenes Ereigniss — von Fixsternweite aus als das plötzliche Aufflackern eines bis dahin unveränderlichen Sternes wahrnehmbar[23]) — erst nach vielen Millionen Jahren eintreten kann und nachdem bereits die beiden inneren Planeten, Mercur und Venus, das Ende ihres Daseins gefunden haben werden. Die durch Herabsturz der Erde auf die Sonne entstehende Gluth wird indess noch nicht hinreichen, die Ausstrahlung der Sonne, nach ihrer gegenwärtigen Intensität, für 90 Jahre zu decken[24]).

In dem Umstande, dass die physikalischen Zustände der Sonne, welche wir im Vorhergehenden behandelt haben, abwärts und aufwärts, von der Vergangenheit in die Zukunft, eine continuirliche Folge bilden, die von einem Maximum gegen ein Minimum convergirt, von einem Zustande ungemein hoher Licht- und Wärme-Intensität bis zu dem entgegengesetzten; glauben wir die Andeutung eines Beweises sehen zu dürfen, dass alle Zustände der Weltenbildung, wie wir sie kennen gelernt haben, periodisch durchlaufen werden. Wenn der denkende Mensch niedergeschlagen

den raschen Flug seines Verstandes hemmt bei dem Gedanken, dass mit zwingender Nothwendigkeit dereinst alle Gebilde der lebendigen Natur und die herrlichsten Blüthen des menschlichen Geistes untergehen müssen in Nacht und Tod: so erhebt ihn fröhlich wieder das Bewusstsein, dass solche Zustände nur periodische sein dürften, wie dem Schlafe der Pflanzenwelt unter dem eisigen Hauche des Winters ein fröhliches Erwachen folgt zu neuem Leben. Freilich, jede solche Weltenära muss bezüglich ihrer Entwicklung ein Ganzes bilden für sich, durch unübersteigliche Klüfte geschieden von dem, was ihr voraufging und was ihr folgt. Wie die Geschlechter der Menschen dahinsterben und die rühmliche Kunde der Völker verhallt, so werden die Zustände verschwinden, die uns als etwas ewig Dauerndes aus der planetarischen Welt entgegenzutreten schienen und *es wird keine Erinnerung ihres Seins übrig bleiben.* Unbekümmert um solchen Wechsel aber wird der unermessliche Mechanismus der Fixsternwelt seinen Gang vorwärts gehen. Wer wagt es zu sagen, ob auch er, ob der ganze Kosmos, das „Geschaffene“ in seiner Totalität eben solchen Metamorphosen unterliegt? Und wenn dies der Fall ist, wie oftmal der Kosmos schon seinen Kreislauf vollendet hat, wie oft noch er ihn vollbringen wird!

Hier senkt die Wissenschaft die Flügel und schweift nicht hinüber in das Nebelland der Träume.

## Anmerkungen.

---

[1]) Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755. Die Entwicklungen des grossen Philosophen über die Mechanik der Entstehung des Sonnensystems in diesem Werke sind übrigens zum Theil sehr fehlerhaft und ungerechtfertigt. So z. B. wo es heisst: „Wenn die Masse des Centralkörpers (welcher nämlich durch fortgesetzte Anziehung der Theilchen unter einander entstanden ist) so weit angewachsen ist, dass die Geschwindigkeit, womit er die Theilchen von grossen Entfernungen an sich zieht, durch die schwachen Grade der Zurückstossung, womit selbige einander hindern, seitwärts gebeugt in Seitenbewegungen ausschlägt, die den Centralkörper vermittels der Centerfliehkraft in einem Kreise zu umfassen im Stande sind, so erzeugen sich grosse Wirbel von Theilchen, deren jedes für sich krumme Linien durch die Zusammensetzung der anziehenden und der seitwärts gelenkten Umwendungskraft beschreibt; welche Art von Kreisen alle einander durchschneiden, wozu ihnen ihre grosse Zerstreuung in diesem Raume Platz lässt. Indessen sind diese auf mancherlei Art unter einander streitenden Bewegungen natürlicher Weise bestrebt, einander zur Gleichheit zu bringen, das ist in einen Zustand, da eine Bewegung der anderen so wenig als möglich hinderlich ist. Dieses geschieht erstlich, indem die Theilchen eines des anderen Bewegung so lange einschränken, bis sie alle horizontal, d. i. in parallel lau-

fenden Zirkeln um die Sonne als ihren Mittelpunkt bewegt, einander nicht mehr durchkreuzen und durch die Gleichheit der Schwungkraft mit der senkenden sich in freien Zirkelläufen in der Höhe, da sie schweben, immer erhalten; so dass endlich nur diejenigen Theilchen in dem Umfange des Raumes schweben bleiben, die durch ihr Fallen eine Geschwindigkeit und durch die Widerstehung der anderen eine Richtung bekommen haben, dadurch sie eine freie Zirkelbewegung fortsetzen können. In diesem Zustande, da alle Theilchen nach einer Richtung und in parallel laufenden Kreisen, nämlich in freien Zirkelbewegungen durch die erlangten Schwungkräfte um den Centralkörper laufen, ist der Streit und der Zusammenlauf der Elemente gehoben und alles ist in dem Zustande der kleinsten Wechselwirkung." Wollte man mit dem Secirmesser der Kritik und allenthalben nach den Gründen fragend, an diese und ähnliche Entwicklungen herantreten, so bliebe nicht viel übrig. Die allgemeine Naturgeschichte des Himmels war Kant's Feld nicht, dessen Name auf einem anderen Gebiete unvergänglich strahlen sollte.

[2]) Vergl. Arago's sämmtliche Werke. Deutsch von Hankel. 3. Bd. Biographie Laplace's.

[3]) Nach Zöllner's photometrischen Messungen (Photom. Unters. Leipzig 1866) ist die Albedo für den Planeten Uranus am grössten, für den Mond am kleinsten. Nach demselben Physiker beträgt die lichtreflectirende Kraft des frisch gefallenen Schnees 0,783, also nur 0,14 mehr als beim Uranus. Die Dichte der oberen Planeten, vom Jupiter an, ist aber so gering, dass an ihrer Oberfläche kein Wasser sein kann. Dies zusammengehalten mit der bedeutenden Albedo führt zu dem Schlusse, dass die Oberflächen jener Riesenplaneten Dunst- oder Dampfmassen sind, die vielleicht einen kleinen compacten Kern umschliessen. Peirce ist bezüglich des Saturnsringes auf analytischem Wege schon früher zu einem analogen Resultate gekommen. Die spectroskopischen Untersuchungen des Jupiter und Saturn, welche Secchi in den letzten Jahren ausgeführt hat, sprechen ebenfalls zu Gunsten der vorstehend entwickelten Ansicht. Vergl. Heis' Wochenschrift f. Astronomie. N. F. 8. Jahrgang, S. 367, 407, sowie die Einleitung zu meinem Handbuch der allgem. Himmelsbeschreibung. Braunschweig 1869. Die neuesten spectroskopischen Beobachtungen Secchi's über Uranus und Neptun haben die vorstehenden Behauptungen durchaus gerechtfertigt.

[4]) Cfr. J. V. Schiaparelli: Sur la rélation qui existe entre

les comètes et les étoiles filantes in No. 1629 der „Astronomischen Nachrichten". Es heisst dort unter anderem: »Dans le No. 385 de ce journal M. le Prof. Erman a montré de quelle manière on peut obtenire la connaissance complète de l'orbite décrite par une système d'étoiles filantes, lorsqu'on suppose donnée la position apparente du point de radiation, et la grandeur de la vitesse absolue des météores dans l'espace. Convaincu de la nécessité, que l'orbite de ces astres soit une section conique très allongée, j'ai profité de la méthode de M. Erman pour calculer les éléments paraboliques du courant d'Août; pour cet effet j'ai supposé que la vitesse soit la vitesse parabolique, et j'ai adopté pour le point de divergence les coordonnées suivantes: AR = 44°. Décl. Bor. = 56°, qui résultent des observations faites en 1863 par M. Alexandre Herschel. Enfin j'ai fixé au jour 10,75 d'Août le maximum de l'apparition pour 1866. Voici le résultat, comparé avec les derniers éléments que M. Oppolzer a donné pour la grande comète de 1862 dans le No. 1384 des A. N.

| | Etoiles du 10 Août. | Comète III 1862. |
|---|---|---|
| Passage au périhélie | Jouillet 23,62 | 1862 Août 22,9 |
| Long. du périhélie | 343° 38′ | 344° 41′ |
| Noeud ascendant | 138 16 | 137 27 |
| Inclinaison | 63 3 | 66 25 |
| Distance périhélie | 0,9643 | 0,9626 |
| Révolution | 105 ans (?) | 123,4 ans (?) |
| Mouvement | rétrograde | rétrograde. |

Le temps révolutif des météores d'Août est encore assez douteux, je l'ai déduit des apparitions extraordinaires citées dans les catalogues de M. Ed. Biot et Quételet, qui ont eu lieu dans les années suivantes, 830, 833, 835, 841; 925, 926, 933; 1029; 1243; 1451; 1779, 1784, 1789; et que l'on peut avec certitude rapporter au phénomène d'Août. En entreduisant dans le calcul cette révolution hypothétique de 105 ans, les autres éléments subissent de petits changements, très inférieures à l'incertitude des données sur lesquelles j'ai appuyé leur détermination.

Dans les écrits cités j'ai aussi donné l'orbite des étoiles de Novembre, en partant du point de radiation déterminé en 1833 par les Américains, savoir $\gamma$ Leonis. Mais les dernières observations faites avec beaucoup de soin en Angleterre ont demontré que cette position du point radiant et fautive de plusieurs degrés; de sorte que l'orbite nommée ne peut être regardée que comme une très grossière approxi-

mation. Voici le calcul plus exact, comparé avec éléments de la comète I 1866 données par M. Oppolzer (A. N. No. 1624): le passage au périhélie est rapporté au temps moyen de Milan:

| | Etoiles du 13. Nov. 1866. | Comète I 1866. |
|---|---|---|
| Passage au périhélie | Nov. 10,092 | Jan. 11,160 |
| Long. du périhélie | 56° 25,9′ | 60° 28,0′ |
| Noeud ascendant | 231 28,2 | 231 26,1 |
| Inclinaison | 17 44,5 | 17 18,1 |
| Distance périhélie | 0,9873 | 0,9765 |
| Excentricité | 0,9046 | 0,9054 |
| Demi-grand axe | 10,3400 | 10,3240 |
| Révolution | 33,2500 ans | 33,1760 ans |
| Mouvement | rétrograde. | rétrograde. |

Dans ce calcul j'ai supposé: 1° que le maximum de Novembre ait eu lieu le 13. a $13^h\ 11^m$ t. m. de Greenwich; 2° que la position du point de radiation soit 143° 12′ de longitude par 10° 16′ de latitude Nord; 3° que la révolution périodique soit 33¼ ans d'après M. Newton. La position du point de radiation est la moyenne de 15 déterminations récueillies par M. Alex. Herschel et citées dans les Monthly Notices Vol. XXVII, p. 19. En avançant ce point de deux degrés en longitude on peut faire disparaître la différence de quatre degrés qu'on observe dans la longitude du périhélie.

Ces rapprochements n'ont pas besoin de commentaires. Faut-il regarder les étoiles filantes comme des essaims de petits comètes, ou bien comme le produit de la dissòlution d'autant de grandes comètes? Je n'ose pas répondre à une pareille question.“ Vergl. auch Comptes rendus 1867, No. 3, wo Leverrier's Rechnungen.

5) Astronomische Nachrichten No. 1632.

6) Siehe die Uebersetzung desselben in Heis' Wochenschrift f. Astronomie 1867, S. 93 u. ff., 118 u. ff.

7) Ueber den Biela'schen Kometen bemerkt d'Arrest: „Nach dem Biela'schen Kometen habe ich seit August v. J. (1865) mit Aufopferung von mehr als 20 Nächten anhaltend und ernstlich gesucht. Es ist alle Mühe vergeblich gewesen, obgleich der Komet, den früheren Erfahrungen gemäss, schon seit einiger Zeit gut im Kometensucher sichtbar sein musste. Meine Nachforschungen waren so eingerichtet, dass es kaum denkbar ist, der Biela'sche Komet passire diesmal seine Sonnennähe innerhalb des Zeitraums ± 8 Tage von der berechneten Perihelpassage. Anscheinend führen uns ver-

schiedene Thatsachen mehr und mehr zu der Annahme, dass die Kometen von kurzer Umlaufszeit nicht lange Zeit unserem Systeme angehört haben, und dass die Materie derselben sich ziemlich hurtig zerstreue.« Astron. Nachrichten No. 1567.

»Nach den Untersuchungen, die ich angestellt habe, lässt sich gegenwärtig darthun, dass sowohl der Encke'sche als auch der Faye'sche Komet an absoluter Lichtstärke von einer Erscheinung zur anderen abnehmen, und der gänzlichen Auflösung also wohl gleichfalls entgegengehen.« d'Arrest in No. 1571 der Astronom. Nachrichten. In derselben No. berichtet P. Secchi: »L'espérance de retrouver la comète de Biela s'est evanuie! Nous l'avons cherchée le P. Ferrari et moi pendant toutes les belles soirées sans lune dans les deux dernières lunaisons. Mais inutilement.« In No. 1624 der Astron. Nachrichten bemerkt Director d'Arrest weiter: »Der Art zufolge, wie hier gesucht worden ist, hätte der Komet uns nicht entgehen können, selbst wenn alle Störungen seit 1852 verkehrt angebracht worden wären. Ja der Komet, wäre er in gewohnter Weise erschienen, hätte uns nicht entgehen können im November und December 1865, selbst wenn er an der entgegengesetzten Seite des Himmels erschienen wäre.«

[8]) Comptes rendus 1865, No. 3 und 4.

[9]) Man sehe hierüber die schönen Arbeiten von Sainte Claire Deville in den letzten Jahrgängen der Comptes rendus.

[10]) Ergebnisse der Spectralanalyse in Anwendung auf die Himmelskörper von William Huggins. Deutsch mit Anmerkungen von W. Klinkerfues. Leipzig 1868. Vergl. auch Philos. Mag. April 1866. Vergl. ferner Schellen's Spectralanalyse. Brnschw. 1870.

[11]) Comptes rendus 1865, T. 60, p. 543.

[12]) Redtenbacher, Die anfänglichen und gegenwärtigen Erwärmungszustände der Körper des Sonnensystems. Carlsruhe 1862. Vergl. auch Redtenbacher, Der Maschinenbau, Bd. II. Mannheim 1863. Der berühmte Verfasser berechnet dort die Wirkungsgrösse, die einem Ballungsacte entspricht, unter der Voraussetzung, dass ursprünglich die Stofftheilchen so weit von einander entfernt waren, dass bei der Berechnung der Stoff als unendlich weit zerstreut angenommen werden kann und dass durch die Ballung ein kugelförmiges Gebilde entstand, in welchem die Masse gleichförmig und continuirlich vertheilt war. Es fand sich dann, dass die Ballungswirkung der fünften Potenz des Radius von dem entstandenen Ball

proportional ist, also bei grossen Bällen ungemein gross wird. Wird ferner angenommen, dass die ganze Wirkung zuletzt, wenn die Ballung geschehen ist, in den Aether, welcher atmosphärenartig die Körperatome umgiebt, übergeht und Schwingungen erzeugt, die der Wärme entsprechen, und dass alle Körperatome mit ihren Aetherhüllen (die Dynamiden) in gleicher Weise erschüttert werden, so dass in allen gleiche Temperaturen eintreten, so ergiebt sich, dass die Temperatur der geballten Masse proportional ist den zweiten Potenzen des Radius. Unter der ferneren Annahme, dass die Wärmemenge, welche erforderlich ist um einer Masseneinheit des Balles eine Temperaturerhöhung von einem Grade zu ertheilen, für alle Planeten den gleichen Werth hat, finden sich leicht folgende relative Anfangstemperaturen:

| | |
|---|---|
| Mercur | 0,40 |
| Venus | 0,95 |
| Erde | 1,00 |
| Mars | 0,23 |
| Jupiter | 30,00 |
| Saturn | 12,00 |
| Uranus | 4,00 |
| Sonne | 32,26. |

Für die Erde findet Redtenbacher nach einer von ihm entwickelten Formel als wahre Initialtemperatur 55,200° C. und hiermit berechnen sich aus der vorstehenden Tabelle sofort die im Texte angegebenen Zahlen.

[13]) Pouillet, Mémoires sur la chaleur solaire. Paris 1828. Poggendorff's Annalen XLV, 25. 481.

[14]) London and Edinb. Phil. Magaz. N. F. CV, p. 207.

[15]) Gaea, Zeitschrift f. Naturwissenschaft. 4. Jahrg., S. 164.

[16]) Tyndall, Die Wärme, deutsch von Helmholtz und Wiedemann, S. 276.

[17]) Die Beobachtungen von Maskelyne auf der Sternwarte Greenwich ergaben für den Sonnenhalbmesser folgende Mittelwerthe:

| | | |
|---|---|---|
| von 1765 | bis 1776 | 16′ 1,66″ |
| „ 1776 | „ 1787 | 16′ 0,22″ |
| „ 1787 | „ 1798 | 15′ 59,77″ |

»Die einzelnen Bestimmungen können bei der grossen Zahl der Beobachtungen (im Ganzen nicht weniger als 4000) für ganz sicher angenommen werden, und die allmälige Abnahme drückt sich sehr

deutlich aus; indessen hat schon v. Lindenau, als er die obige Berechnung vornahm, die richtige Erklärung darin gefunden, dass das Auge des Astronomen mit dem zunehmenden Alter immer weniger für das Licht empfindlich geworden ist. Neuere Erfahrungen anderer Beobachter stimmen hiermit vollkommen überein. Ich möchte übrigens nicht geradezu behaupten, dass der Sonnendurchmesser sich wirklich stets gleich bleibe, denn leicht könnte es der Fall sein, dass das Lichtgewölk, welches die Sonne umgiebt, bald höher, bald tiefer schwebt, wodurch eine vorübergehende Aenderung der scheinbaren Sonnengrösse entstehen würde.« Lamont, Astronomie. Stuttgart. S. 77.

Nach Encke nahm man später den mittleren Sonnenhalbmesser zu 15′ 58,42″ an, doch lehrte die Finsterniss von 1842, dass dieser Werth einer kleinen Vergrösserung bedürfe. Neuere Angaben schwanken zwischen 16′ 0,9″ und 16′ 1,8″. Gewisse Beobachtungen des in allen seinen Arbeiten so vorsichtigen und genauen Spörer in Anklam scheinen darauf hinzudeuten, dass gegenwärtig die leuchtende Begrenzung des Sonnenballes sich bisweilen um viele Meilen hebt und senkt. Vergl. Klein, Handbuch der Himmelsbeschreibung. Braunschweig 1869. S. 353.

[16]) Seit Senebier und Saussure ist es eine bekannte Thatsache, dass die Möglichkeit des Pflanzenlebens mit durch die Einwirkung des Lichtes auf die chlorophyllhaltigen Zellen bedingt wird. Nur unter dem Einflusse des Tageslichtes findet Aufnahme und Zerlegung von Kohlensäure sowie Abgabe des Sauerstoffs statt, doch haben die Untersuchungen von Boussingault auch ergeben, dass die Fähigkeit der Blätter, Kohlensäure zu zerlegen, auch durch ihren Wassergehalt bedingt wird und mit diesem schwindet. Einmal getrocknete Blätter gewinnen diese Fähigkeit durchaus nicht wieder (Annales de Chimie et de Physique 1868, Mars). Derselbe Forscher hat durch eine Reihe feiner Versuche direct nachgewiesen, wie die Existenz einer des Lichtes beraubten Pflanze von dem Gewichte ihres Samenkornes abhängt; sobald der Nahrungsvorrath des Samens erschöpft ist, hört das Wachsthum der Pflanze auf. Blätter, welche im Sonnenlichte reiner Kohlensäure ausgesetzt werden, zerlegen diese entweder gar nicht oder nur ungemein langsam, kräftig hingegen, wenn dieses Gas mit atmosphärischer Luft, Stickstoff oder Wasserstoff vermischt ist. Boussingault findet es nicht unwahrscheinlich, dass die Zerlegung der Kohlensäure durch die Blätter, durch die nämlichen mechanischen Bedingungen beeinflusst wird, wie

die Verbindung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur, z. B. die langsame Verbrennung des Phosphors. Solche mechanische Ursache ist das Hinzutreten indifferenter Gase; sie wirken auf das active Gas wie eine Verminderung des Druckes (Annales de Chimie et de Physique 1868, 2. u 3. Hft.). Während die Bewegungen des Protoplasmas, welche die Zellbildung bedingen, unabhängig von der Einwirkung des Lichtes vor sich gehen, während bei den Phanerogamen auch im Dunkeln in den Zellen der Laubblätter die Chlorophyllkörner entstehen: hängt dagegen die Bildung des an das stickstoffhaltige Protoplasma der Zelle gebundenen grünen Farbstoffes bei den Mono- und Dikotylen von dem Einflusse des Lichtes (und der Temperatur) ab. Sachs' wichtige, an Phanerogamenblättern bewiesene Entdeckung, dass die Bildung des Amylums in den Chlorophyllkörnern nur unter dem Einflusse des Lichtes vor sich geht, während in der Dunkelheit und besonders mit wachsender Temperatur die Stärke schnell schwindet und schliesslich selbst das Chlorophyll sammt dem farblosen Protoplasma zerstört wird: hat es unbestimmt gelassen, welche Spectralstrahlen bei diesen merkwürdigen Vorgängen die meistbetheiligten sind. Aber Famintzin hat gezeigt, dass aller Vermuthung entgegen die chemischen Strahlen sich fast vollkommen diesen Vorgängen gegenüber indifferent verhalten (Mélanges biologiques, T. V, VI). Auch findet nach Sachs (Botanische Zeitung 1864, No. 47) die Sauerstoffabscheidung in dem der chemischen Strahlen beraubten Lichte fast ebenso energisch statt wie im weissen Tageslichte. Gardner und Guillemain haben den vorwiegenden Einfluss der gelben Strahlen auf das Ergrünen des Chlorophylls bei Mono- und Dikotylen nachgewiesen, während das blaue und violette Licht geringe Wirkung ausübt; dazu hat Cailletet gefunden, dass auch die chemisch wirksamsten Strahlen ohne Wirkung auf die Zerlegung der Kohlensäure sind, sowie dass das grüne Licht sich ebenso verhält, vielleicht sogar selbst Kohlensäure bilden lässt. Neuerdings ist von Prillieux (Compt. rend. LXIX, 204 bis 296, 408 bis 412) nach directen Versuchen behauptet worden, dass das Licht verschieden gefärbter Strahlen auf grüne Pflanzentheile bei gleicher Intensität gleich stark einwirkt und dass die oben angeführten Anomalien nur durch die verschiedene Intensität der einzelnen farbigen Strahlen hervorgerufen wurden. Derselbe Naturforscher hat gezeigt, dass auch elektrisches, Drummond'sches und selbst gewöhnliches Gaslicht, wenn auch mit geringerer Energie, so

doch in der nämlichen Weise wie Sonnenlicht wirken, Kohlensäure zersetzen und Sauerstoff produciren lassen. Dehérain hat den Schlüssen Prillieux's widersprochen und durch genaue Messungen gefunden, dass alle Lichtstrahlen, selbst bei gleicher Intensität, keineswegs in gleicher Weise die Kohlensäurezerlegung begünstigen. Auch sollen diejenigen Strahlen, welche in dieser Beziehung sehr wirksam sind, auch am lebhaftesten die Verdunstung anregen, nämlich das gelbe und rothe Licht.

[19]) Klein, Wie viele Jahre besteht der Erdball? S. 17 u. ff.

[20]) Nach den Rechnungen von Adams, die sich auf die Säculargleichung der Mondbewegung stützen und die früheren Angaben von Lapláce vollständig beseitigen, beträgt die Retardation der Erdumwälzung in den letzten 2000 Jahren 0,01197 Secunde, würde daher erst in 167,000 Jahren den Werth von 1 Secunde erreichen. Im Jahre 1867 hat John N. Stockwell in seiner Broschüre »A treatise on the secular equations of the Moon's mean motion« zu zeigen versucht, dass die von Adams und Delaunay gegebene Lösung der in Rede stehenden Aufgabe unrichtig sei, dass hingegen eine correcte Entwicklung der Principien, welche Adams seiner Lösung zu Grunde gelegt hat, zu dem nämlichen Resultate führe, wie die einfachere und scheinbar minder genaue Methode von Laplace. Doch giebt Stockwell keine neue Berechnung des Coefficienten der säcularen Ungleichheit der Mondbewegung, da es wahrscheinlich sei, »dass wenn man den von Adams und Delaunay berechneten Werth dieses Coefficienten corrigire, man der Wahrheit sehr nahe kommen werde.« Man wird daher die weiteren Rechnungen Stockwell's abzuwarten haben, doch ist es immerhin eine nicht sehr günstige Vorbedeutung für den nordamerikanischen Astronomen, dass er eine Berechnung der Veränderungen der Excentricität der Erdbahn für den Zeitraum von einer Million Jahre giebt, während sich Jeder, der mit der Sache vertraut ist, sagen muss, dass zu einer solchen Berechnung, die auf Genauigkeit Anspruch machen will, die nöthigen der Empirie zu entlehnenden Werthe noch keineswegs hinlänglich scharf bekannt sind. Uebrigens ist die Verlangsamung der Erdrotation aus dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft hinlänglich bewiesen. Vergl. Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft, III, 4. S. 287 u. ff.

[21]) Vergl. Encke's Abhandlung in Comptes rendus, 1858. 47. Band.

[22]) Vergl. Lamont's Astronomie S. 113 und die Einleitung zu W. Struve's Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae, und Struve Études d'astr. stell. pag. 83 u. ff.

[23]) Das Auflodern neuer Sterne an der nächtlichen Himmelsdecke, ein seltenes Phänomen im Verlaufe der historischen Erinnerung, hat schon früh zu der Anschauung geleitet, dasselbe als wichtige Begebenheit in den Welträumen zu betrachten. Mit Erstaunen erkannte man, dass die lieb gewordenen Ansichten von der uralten, nimmer gestörten Ordnung im Weltenraume der Wahrheit nicht entsprachen; ahnungsvoll schweifte der Blick hinüber und suchte der Verstand grübelnd zu ergründen, welches kosmische Ereigniss der Erde in dem aufglimmenden Lichtpunkte sichtbar werde. Gegenwärtig ist die Spectralanalyse ein Mittel geworden, um exacte Untersuchung an die Stelle der blossen Vermuthung treten lassen zu können, und glücklich hat es sich ereignet, dass im Mai 1866 ein Stern aufloderte und so Gelegenheit bot, die Kraft der neuen Analyse auch nach dieser Richtung aufs neue glänzend zu erproben. Dieser merkwürdige Stern ist keineswegs ein neuer, sondern kommt in der Bonner Durchmusterung des Himmels als 9. bis 10. Grösse vor; sein Ort am Himmel ist nach den Bestimmungen auf der Sternwarte zu Brüssel, für den Anfang des Jahres 1866 in 15° 53′ 53,68″ Rectascension und 26° 19′ 17,6″ nördl. Declination. In den ersten Tagen, als das Gestirn noch ziemlich stark leuchtete, zeigte es sich mit einem schwachen Nebel umgeben; derselbe konnte nicht mehr wahrgenommen werden, als der Stern unter 5,5 Grösse herabsank. Folgende Tafel giebt die Helligkeit des Gestirns zu verschiedenen Zeiten, wie ich dieselbe aus den bekannt gewordenen Schätzungen abgeleitet habe.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai | 12 | Grösse | 2,0 | Mai | 21 | Grösse | 6,9 | Juni | 8 | Grösse | 8,8 |
| „ | 13 | „ | 2,5 | „ | 22 | „ | 7,5 | „ | 10 | „ | 8,8 |
| „ | 14 | „ | 2,8 | „ | 24 | „ | 8,0 | „ | 11 | „ | 9,0 |
| „ | 15 | „ | 3,4 | „ | 25 | „ | 8,1 | „ | 12 | „ | 9,2 |
| „ | 16 | „ | 4,1 | „ | 28 | „ | 8,5 | „ | 13 | „ | 9,0 |
| „ | 17 | „ | 4,9 | „ | 30 | „ | 8,6 | „ | 20 | „ | 9,1 |
| „ | 18 | „ | 5,4 | Juni | 4 | „ | 8,6 | Juli | 1 | „ | 9,5 |
| „ | 19 | „ | 5,7 | „ | 6 | „ | 8,8 | „ | 3 | „ | 9,5 |
| „ | 20 | „ | 6,1 | „ | 7 | „ | 9,0 | „ | 4 | „ | 9,5 |

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Lichtabnahme anfangs regelmässig und schnell, später, besonders nach dem 4. Juni,

langsamer und unregelmässig stattfand. Nach Schmidt's Bemerkung war der Stern am Abend des 12. Mai sicher schwächer als 5. Grösse; er erhob sich noch in derselben Nacht bis zur 2. Grösse, d. h. nahm im Verlaufe von wenigen Stunden mindestens (nach Steinheil's photometrischen Untersuchungen) um das 160fache an Licht zu. Die spectroskopische Untersuchung ergab, dass das Licht des Sternes von zwei Quellen ausging, deren jede durch ein besonderes Spectrum repräsentirt war. Das eine derselben zeigte typische Aehnlichkeit mit demjenigen unserer Sonne, es bewies das Vorhandensein einer glühenden Lichtquelle, die von minder heissen Dämpfen umhüllt ist. Das zweite Spectrum zeigte die Anwesenheit einer bedeutenden, hochglühenden Gasmasse, die indess nicht wohl identisch mit dem oben angeführten Nebel sein kann. Die Beobachter Huggins und Miller erklären diese ihre Wahrnehmungen dahin, dass sich aus dem Innern jenes Fixsternes plötzlich eine grosse Menge Wasserstoff entwickelt habe, der, in Brand gerathend, die feste Masse zum Glühen erhitzte. Diese Erklärung halte ich indess für entschieden unrichtig. Eine plötzliche Entwicklung von Wasserstoff in so bedeutenden Quantitäten, wie sie hier erforderlich sind, ist an und für sich wenig wahrscheinlich, bei einem von jeher gleich unserer Sonne leuchtenden Fixsterne, der demnach stets eine ungemein hohe Temperatur besass, aber unmöglich. Ich bin mit Robert Mayer der Ansicht, dass das plötzliche Auflodern des Sternes in der Krone durch Herabsturz einer gewaltigen Körpermasse, vielleicht eines Planeten auf jenen Fixstern, hervorgebracht wurde, indem die Körperbewegung in Atombewegung, in Wärme und Licht umgesetzt ward. Diese Theorie allein genügt sämmtlichen Wahrnehmungen.

Ich gebe hier ein Verzeichniss sämmtlicher bis jetzt beobachteten Erscheinungen neuer Sterne, soweit sich einiges Sichere aus den alten Nachrichten darüber schliessen lässt. Dieses Verzeichniss beruht zum grossen Theile auf den Nachforschungen A. v. Humboldt's.

| Zeit des Aufloderns. | Ort des Sternes. | Bemerkungen. |
|---|---|---|
| 134 v. Chr. | zwischen β und ρ des Scorpion. | — |
| 123 n. Chr. | zwischen α Hercules und α Ophiuchus. | — |
| 173 „ | zwischen α und β des Centauren. | — |

| Zeit des Aufloderns. | Ort des Sternes. | Bemerkungen. |
| --- | --- | --- |
| 386 n. Chr. | zwischen $\lambda$ und $\varphi$ des Schützen . . . . . . | Humboldt führt für 369 und 389 noch zwei neue Sterne an. Ich glaube um so mehr, dass sich die Nachrichten hierüber auf den Stern von 386 (dessen die Chinesen gedenken) beziehen, als bei dem ersten Stern die Jahreszeit und bei dem zweiten der Ort nahe mit den chinesischen Angaben stimmt. |
| 393 „ | im Schwanze des Skorpion | — |
| 827 „ | im Skorpion . . . . . . | Das Jahr ist unsicher. Der Stern war ungemein hell. |
| 1088 „ | im Widder . . . . . . . | Der neue Stern, welchen Leovitius für 945 angiebt, ist zweifelhaft. |
| 1203 „ | im Schwanze des Skorpion | — |
| 1230 „ | zwischen Ophiuchus und der Schlange | — |
| 1245 „ | im Steinbock . . . . . . | Handschriftl. Chronik von Albertus Stadensis (Oldenburg). Der Stern war der Venus vergleichbar, aber von rother, dem Mars vergleichbarer Farbe. Er blieb etwa 2 Monate sichtbar. Leovitius spricht für 1264 auch von einem neuen Sterne. |
| 1572 „ | in der Cassiopea . . . . | Tycho's Stern. |
| 1578 „ | „ ? | Heller Stern, nach chinesischen Berichten. Ist derselbe vielleicht identisch mit Tycho's Stern, von dem die Chinesen schweigen? |

| Zeit des Aufloderns. | Ort des Sternes. | Bemerkungen. |
|---|---|---|
| 1584 n. Chr. | bei $\pi$ im Skorpion | — |
| 1600 „ „ | 34 Schwan . . . . . . . | steht als Stern 6. Grösse noch am Himmel. |
| 1604 „ „ | im Ophiuchus | — |
| 1609 „ „ | ? | Vielleicht mit dem Vorhergehenden identisch. |
| 1670 „ „ | im Fuchs | — |
| 1848 „ „ | im Schlangenträger . . | von Hind entdeckt. |
| 1860 „ „ | im Skorpion . . . . . . | von Auwers entdeckt. |
| 1866 „ „ | in der nördl. Krone | — |

Merkwürdiger Weise strahlten fast alle neuen Sterne beiderseits in der Nähe der grossen Gabelung der Milchstrasse zwischen den Constellationen des Adlers und des Skorpions auf, also in der Richtung, nach welcher hin sich im Allgemeinen unser Sonnensystem bewegt.

[24]) Die im Texte ausgesprochene Behauptung scheint auf den ersten Anblick für denjenigen, der sich nicht speciell mit dem Studium der Mécanique céléste beschäftigt hat, in directem Widerspruche mit den Behauptungen ausgezeichneter Astronomen zu stehen. Man beruft sich auf die Untersuchungen von Lagrange, Laplace und Poisson, welche die Stabilität des gegenwärtigen Planetensystems, »die Ewigkeit des Bestehens« (Mädler, Astronomie 5. Aufl., S. 388), bewiesen hätten. Entwickelt man nämlich die Gleichungen für die säcularen Veränderungen der Bahnelemente der Planeten, wie sie aus den gegenseitig aufeinander ausgeübten Perturbationen resultiren, so findet sich

$$\frac{dn}{dt} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; a)$$

wo $n$ die mittlere tägliche Bewegung. Da nun $M = n^2 a^3$, wo $M$ die unserem Sonnensysteme eigenthümliche Constante und $a$ die halbe grosse Axe eines Planeten, so folgt, dass diese letztere keinen säcularen Aenderungen unterworfen sein kann. Allein die obige Gleichung $a$) gilt nur unter Voraussetzung, dass der Planet in der Richtung seiner Bewegung keinen Widerstand erleidet. Ist dies aber der Fall und nennt man $f\left(\frac{1}{r}\right)$ die Dichte des hemmenden Mediums in der Distanz $r$ von der Sonne, ist ferner $s$ der Bogen seiner Bahn, welchen der Planet in der Zeit $t$ beschreibt, und nimmt man ferner den

Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional an, so erhält man leicht:

$$dn = 3kanf\left(\frac{1}{r}\right)\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \beta)$$

wo $k$ eine Constante. Die weitere Entwicklung dieser Differentialformel führt schliesslich zu dem Ausdrucke:

$$da = -\,2k\,a^2 f\left(\frac{1}{a}\right) d\,\varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \gamma)$$

wo $\varphi$ der Winkel des Radiusvectors mit einer festen Anfangslage. Diese Gleichung zeigt die Abnahme der halben grossen Bahnaxe. Laplace und Poisson haben sehr wohl gewusst, dass die obige Gleichung $\alpha$) nur für einen absolut leeren Weltenraum Gültigkeit besitze und ihre Schlüsse involviren daher diese einschränkende Bedingung. Es verbleibt jetzt, zu zeigen, dass letztere unzulässig ist. Schon Newton war geneigt, die Existenz eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums anzunehmen; seine Ansicht gründete sich auf das beobachtete Ausströmen der Schweife von Kometen. Loys de Cheseaux 1743 und Olbers 1826 machten darauf aufmerksam, das Sternenlicht müsse bei seinem Durchgange durch den Weltenraum eine bedeutendere Schwächung als im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung erleiden, indem sonst in dem unendlichen Raume kein Punkt existiren könne, der für unseren Anblick nicht durch eine Sonne eingenommen sei und das Himmelsgewölbe daher sonnenartig leuchtend erscheinen müsse. Wenn man nun auch nicht in aller Strenge an eine unendliche Anzahl von Sternen denken kann, so folgt doch aus der Vergleichung der Anzahl und Helligkeit der Fixsterne, welche dem blossen Auge sichtbar sind, dass deren Licht auf dem Wege zur Erde eine nicht unbeträchtliche Absorption erleidet. Nach Struve's Rechnungen, welche sich auf Helligkeit und Zahl der Sterne zugleich stützen, ergiebt sich, dass das unbewaffnete Auge nur 8 Sternweiten in den Raum einzudringen vermag, während nach Herschel, bei blosser Berücksichtigung der Anzahl der Sterne, dieses Eindringen 12 Sternweiten betragen müsste. Es findet also Absorption statt. Einen weiteren Beweis für das Vorhandensein eines »hemmenden Fluidums« im Weltenraume haben Encke's Untersuchungen der Bewegung des nach ihm benannten Kometen ergeben. Man kann diese Untersuchungen in 3 Perioden zerlegen: 1786 bis 1819, für diese Epochen wurden die Störungen von Encke

wegen der noch ungenau bekannten Elemente des Kometen und der mangelhaften Kenntniss der Planetenmassen noch nicht mit grosser Genauigkeit abgeleitet; 1819 bis 1848, diese Periode ist bezüglich der Störungen so genau untersucht worden, als dies nach dem dermaligen Zustande der Wissenschaft möglich war; 1848 bis 1858, wegen überhäufter Arbeiten hat Encke für diesen Zeitraum nur die Störungen durch Jupiter von Periode zu Periode berechnet. Geht man von 1829 Januar 0 als Epoche aus, so ergeben die Beobachtungen die in umstehender Tafel befindlichen Periheldurchgänge, während die Berechnung in der dritten Colonne den Einfluss der planetarischen Störungen auf den Moment des Durchgangs durch den Sonnennähepunkt zeigt.

| Jahr. | Periheldurchgang. Anzahl der Tage seit 1829 Januar 0. | Einfluss der planet. Störungen. |
|---|---|---|
| 1786 | — 15674,12 | + 74,23 |
| 1795 | — 12062,53 | + 47,92 |
| 1805 | — 8440,47 | + 32,49 |
| 1819 | — 3625,74 | — 0,85 |
| 1822 | — 2413,03 | + 0,20 |
| 1825 | — 1201,72 | — 0,04 |
| 1829 | 9,76 | 0,00 |
| 1832 | 1219,99 | — 1,09 |
| 1835 | 2429,38 | — 2,92 |
| 1838 | 3640,02 | — 3,39 |
| 1842 | 4850,01 | — 4,38 |
| 1845 | 6065,61 | + 0,34 |
| 1848 | 7270,09 | — 5,95 |
| 1852 | 8474,72 | — 12,03 |
| 1855 | 9678,05 | — 19,17 |
| 1858 | 10883,37 | — 24,42 |

Bringt man den Einfluss der planetarischen Störungen und ihre mehr oder minder genaue Bestimmung in den verschiedenen Perioden in Rechnung, so findet man nach Encke, wenn $\pm r$ die Zahl der Rückkünfte zum Perihel seit der Normalepoche (1829 Januar 0) bezeichnet, die Dauer $t$ jedes Umlaufs des Kometen:

$$t = 1211^d{,}3259 - 0^d{,}11176\, r = t_{r+1} - t_r.$$

Bezeichnen ferner $M_r$ und $M^r$ die mittlere tägliche Bewegung und mittlere Anomalie für die Zeit $t_r$, so hat man

$$t_r = 1211^d{,}3818r - 0^d{,}0558794r^2$$
$$M_r = 1069'',852522 + 0'',09870166r$$
$$M^r = M^0 + 360^0 r + 59'',7827r^2.$$

Den Bewegungsverhältnissen, wie sie sich in diesen Rechnungsresultaten aussprechen, genügt aber am besten, vielleicht sogar ausschliesslich nur, die bereits zu hoher Wahrscheinlichkeit erhobene Annahme eines widerstehenden Mediums. Die Zeit wird lehren, ob sich dessen Wirkungen auch bei anderen Kometen von längerer Umlaufszeit bemerklich machen; bei dem Faye'schen Kometen ist dies nach Axel Möller's letzten Rechnungsrevisionen nicht der Fall.

Uebrigens trägt noch ein anderer Umstand dazu bei, die absolut ewige Constanz des Planetensystems durchaus in Frage zu stellen. Es sind dies die Wirkungen der in wahrhaft unermesslichen Mengen aus den Tiefen des Weltenraumes uns zugehenden Meteore. Wenn diese letzteren durchschnittlich gleich zahlreich nach allen Richtungen hin vertheilt sind, so wird diejenige Hemisphäre eines Planeten am häufigsten von ihnen getroffen, welche sich in der Richtung befindet, nach der hin sich der Planet bewegt. So gering nun auch der Verlust an lebendiger Kraft sein mag, den der Planet durch dieses Zusammentreffen (oder Herabstürzen der meteorischen Massen) erleidet: er wird sich im Laufe der Zeiten summiren und die Umlaufszeit sammt der halben grossen Axe der Bahn verkürzen. Diese Verkürzungen werden für jeden Planeten andere sein. Die Annahme einer durchschnittlich gleichen Häufigkeit der Meteore nach jeder Richtung hin, ist aber vollkommen gerechtfertigt durch die Beobachtungen selbst. Coulvier-Gravier war der Erste, der aus seinen Beobachtungen eine periodische Veränderlichkeit der mittleren stündlichen Häufigkeit der Meteore ableitete, und dieses Resultat ist durch J. Schmidt's Untersuchungen vollkommen bestätigt worden. Jene periodische Veränderung der stündlichen Häufigkeit resultirt aber, wie Schiaparelli (Bulletino Meteorologico dell' Observatorio del Collegio Romano V, No. 8, 10, 11, 12) gezeigt, aus der gleichen Vertheilung und Bewegung der Meteore im Raume und der Bewegung der Erde.

Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, dass das Planetensystem in seiner gegenwärtigen Constitution nicht die Elemente einer absolut ewigen Dauer in sich trägt, allein über den Zeitpunkt, wann die Erde oder irgend ein anderer Planet in der Sonne ihr Ende finden werde, lässt sich gegenwärtig nichts sagen. Wenn sämmtliche Planeten plötzlich in ihrem Laufe gehemmt würden und in gerader

Linie auf die Sonne stürzten, so würden sie noch nicht für 50,000 Jahre die Ausstrahlung decken können.′ Solche Kraftmengen fliessen ununterbrochen mit der Sonnenwärme in den Raum! »Und doch,« sagt Sir William Thomson sehr richtig, »giebt es Leute, welche von dem gegenwärtigen Zustande der Dinge sprechen, als wenn er ewig dauern sollte!«

---

# Zweiter Abschnitt.

---

## Kritische Untersuchungen

der

## gegenwärtig herrschenden Ansichten

über die

Entwicklungsgeschichte der die Erde bewohnenden Organismen oder Organogenie.

---



## Die Abänderung der Arten.

Wir haben im Vorhergehenden an der Hand physikalisch-mathematischer Forschung gesehen, dass der Erdball nicht absolut von Ewigkeit her seine gegenwärtige Daseinsform gehabt haben kann, dass er vielmehr in einer Zeit entstanden ist, deren chronologische Bestimmung innerhalb gewisser Fehlergrenzen zum Theil schon gelungen ist, sicherlich aber mit grösserer Genauigkeit der Wissenschaft der Zukunft gelingen wird. Aus diesen Ergebnissen folgt mit zwingender Nothwendigkeit der Schluss, dass auch der Ursprung vitaler Erscheinungen an der Oberfläche unseres Planeten, mögen dieselben nun dem Thier- oder Pflanzenreiche angehören, erst mit einer bestimmten vorzeitlichen Epoche begonnen haben kann.

Allein, wenn auch dieses Ergebniss gegenwärtig als so sicher begründet angesehen werden darf, als irgend eines der exacten Wissenschaften; so gilt dies doch bei weitem nicht, wenn es sich um die Frage handelt, in welcher Art und Weise diese Entstehung als nothwendig erfolgt gedacht werden muss, und ferner, in welchem Causalnexus die gegenwärtig an der Erdoberfläche vorhandenen, lebenden Organismen bezüglich ihrer organischen Bildung zu einander stehen. Es wurde hier mit Vorbedacht das Wort „Entwicklung“ vermieden, weil es einer besonderen Untersuchung bedarf, ob überhaupt eine allgemeine Entwicklungsgeschichte der organischen Welt anzunehmen ist und innerhalb welcher Grenzen sich solche bewegt. Sollte indess

die Untersuchung eine solche verneinen, so wird damit freilich der hauptsächlichste Weg gesperrt, auf welchem dem combinirenden Verstande die Möglichkeit geboten ist, dem Strome der Zeit entgegen, aufwärts in die Nähe des dunklen Ursprungs des Lebens vorzudringen. Denn, wir wiederholen es nochmals, nur so weit als Fäden aus der Gegenwart in die Vergangenheit hinaufreichen, ist die Möglichkeit gegeben, in die entlegenen Epochen vorzudringen, wohin der Ursprung vitaler Erscheinungen versetzt werden muss. Ob sich diese Möglichkeit freilich bei dem dermaligen Zustande der Wissenschaft realisirt, ist abermals eine Frage, von deren Bejahung die Erzielung befriedigender Resultate abhängt.

Bezüglich der Untersuchungen, deren soeben gedacht wurde, befinden wir uns in der glücklichen Lage, dass dieselben auf breitester Grundlage und in umfassendster Weise bereits von Charles Darwin angestellt worden sind; ja, dass sie dieser mit Recht hochberühmte Forscher zur Aufgabe seines Lebens gemacht hat. Unsere eigenen Erörterungen können wir daher um so eher zum Theil in Form einer kritischen Prüfung an die Darwin'schen Arbeiten anlehnen, als ohne dies ein gründliches Eingehen auf die in Rede stehenden Materien zu einem Umfange anwachsen müsste, der die Grenzen dieser Darlegung weitaus überschritte [1]).

Während Lamarck, der zuerst die Lehre der gemeinsamen Abstammung aller Arten von einander aufstellte, die Umwandlungen, durch welche die Urformen in das grosse uns umgebende Naturreich differenzirt erscheinen, meist äusseren Ursachen, dem Gebrauche und Nichtgebrauche gewisser Organe und den Wirkungen der Gewohnheit zuschrieb, hat Darwin mit ungleich grösserer Berechtigung diese Differenzirung der Organismen in einer inneren Nothwendigkeit, dem Princip der Variabilität, im Anschlusse an die gegebenen äusseren Lebensbedingungen im „Kampfe ums Dasein“ gesucht [2]). Die Darwin'sche Theorie ist daher eigentlich nur eine Verfeinerung und Vervollkommnung von Lamarck's Hypothese [3]). Der französische Forscher gab bloss eine rohe Andeutung eines von ihm geahnten allgemeinen

Naturgesetzes; Darwin verlegte die Einwirkung der äusseren Umgebung mehr auf die kleinsten Theile des Organismus und wies die Erblichkeit der geringen Summe angeeigneter Abänderungen nach.

Der britische Naturforscher beginnt seine Untersuchungen damit, dass er einen strengen Nachweis der Thatsache des in den organischen Wesen liegenden allgemeinen Princips der Abänderung überhaupt zu geben unternimmt, wodurch er gleichzeitig Einsicht in die Mittel gewinnt, durch welche solche Abänderungen und Anpassungen bewirkt werden. Er gesteht, dass in dieser Beziehung seine Erfahrungen über die im gezähmten und angebauten Zustande erfolgenden Veränderungen der Lebensweise immer den besten und sichersten Aufschluss gewährten. Daher wird zuerst die Abänderung durch Domesticität ode rkünstliche Züchtung besprochen. Schon in seinem ersten Werke: „Ueber den Ursprung der Arten," hat Darwin bezüglich dieses Punktes eine lange Reihe von Beobachtungen und Untersuchungen mitgetheilt, welche es allerdings als eine nicht weiter bestreitbare Thatsache erscheinen lassen, dass es in des Menschen Macht steht, mittelbar wenigstens, durch ausschliessliche Auswahl zur Nachzucht geringe Abänderungen im Verlaufe der Generationen in einer bestimmten Richtung zu häufen. In dem zweiten, ergänzenden Werke Darwin's: „Ueber die Abänderung der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication," werden die früher gebrachten Beweise erläutert, vervollständigt und das Ganze, nachdem die Thatsache der Variation durch Domesticirung ausser allen Zweifel gesetzt worden, durch eine Theorie zusammengefasst. Im ferneren Verlaufe seiner Untersuchungen geht Darwin zur Betrachtung der Abänderung im Naturzustande über. Er zeigt, wie gerade durch das Bestreben der, frei von aller menschlichen Einwirkung vegetirenden Organismen, zu variiren: die genaue Definition dessen, was die systematische Eintheilung als „Art" und „Varietät" oder „individuelle Abänderung" zu bezeichnen gewohnt ist, erschwert, ja vorläufig unmöglich gemacht wird. Die Thatsache einer Abänderung der Arten im Naturzustande ist hier nicht zu be-

streiten, ja sie wird auch von keinem Naturforscher in Abrede gestellt, sodass eine eigentliche Divergenz der Meinungen erst da zu Tage tritt, wo es sich um Maass und Ursache der Variation handelt. Es ist nothwendig dies festzuhalten, um die richtigen Gesichtspunkte zu einer, von subjectiven Ansichten möglichst befreiten Kritik der Darwin'schen Lehre, nicht aus den Augen zu verlieren.

Nachdem die Thatsache einer Abänderung der mit Leben begabten Organismen nachgewiesen worden, ohne dass indess die Spielweite der Variation bezüglich ihrer äussersten Grenzen hätte erörtert werden können, geht Darwin zur Untersuchung der Gesetze der Abänderung über.

Der britische Naturforscher hebt hier gleich anfangs mit Recht hervor[4]), wie die grössere Veränderlichkeit sowohl als die weit häufigeren Monstrositäten der domesticirten Organismen einen wichtigen Beleg zu der Ansicht lieferten, dass Abweichungen der Structur in irgend einer Weise von der Beschaffenheit der äusseren Lebensbedingungen, denen die Eltern und deren Vorfahren mehrere Generationen hindurch ausgesetzt waren, abhingen. Besonders erscheinen, wie jeder Naturforscher weiss und Darwin durch ein langes Verzeichniss von Thatsachen bestätigt hat, die Reproductionsorgane für Veränderungen der äusseren Lebensbedingungen ungemein empfindlich. Darwin schreibt daher den functionellen Störungen des Reproductivsystems in den Eltern hauptsächlich die veränderliche oder bildsame Beschaffenheit der Nachkommenschaft zu. „Die männlichen und weiblichen Elemente der Organisation scheinen davon schon berührt zu sein vor deren Vereinigung zur Bildung neuer Abkömmlinge der Species.“ „Dagegen sind wir in gänzlicher Unwissenheit darüber, wie es komme, dass durch Störung des Reproductivsystems dieser oder jener Theil mehr als ein anderer berührt werde“[5]).

Die Einwirkung des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Organe auf deren physische Entwicklung ist eine im Allgemeinen längst bekannte, aber erst von Darwin in richtigerer Bedeutung erfasste Thatsache. Indess scheint dieser Gelehrte in Bezug

auf das causale Princip der hier auftretenden Erscheinungen nicht recht im Klaren zu sein, da er die natürliche Züchtung und die sich vererbende Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe allzu strenge scheidet. „In einigen Fällen," sagt er[6]), „möchten wir leicht dem Nichtgebrauche gewisse Abänderungen der Organisation zuschreiben, welche jedoch gänzlich oder hauptsächlich von natürlicher Züchtung herrühren. Wollaston hat die merkwürdige Thatsache entdeckt, dass von den 550 Käferarten, welche Madeira bewohnen, 200 so unvollkommene Flügel haben, dass sie nicht fliegen können, und dass von den 29 der Insel ausschliesslich angehörigen Sippen nicht weniger als 23 lauter solche Arten enthalten. Manche Thatsachen, wie unter anderen, dass in vielen Theilen der Welt fliegende Käfer beständig ins Meer geweht werden und zu Grunde gehen, dass die Käfer auf Madeira nach Wollaston's Beobachtung meistens verborgen liegen, bis der Wind ruht und die Sonne scheint, dass die Zahl der flügellosen Käfer an den ausgesetzten kahlen Felsklippen verhältnissmässig grösser als in Madeira selbst ist, und zumal die ausserordentliche Thatsache, worauf Wollaston so beharrlich fusset, dass gewisse grosse, anderwärts sehr zahlreiche Käfergruppen, welche durch ihre Lebensweise viel zu fliegen genöthigt sind, auf Madeira gänzlich fehlen, — diese mancherlei Gründe machen mich glauben, dass die ungeflügelte Beschaffenheit so vieler Käfer dieser Insel hauptsächlich von natürlicher Züchtung, doch wahrscheinlich in Verbindung mit Nichtgebrauch herrühre. Denn während tausend aufeinander folgender Generationen wird jeder einzelne Käfer, der am wenigsten fliegt, entweder weil seine Flügel am wenigsten entwickelt sind oder weil er der indolenteste ist, die meiste Aussicht haben alle anderen zu überleben, weil er nicht ins Meer geweht wird; und auf der anderen Seite werden diejenigen Käfer, welche am liebsten fliegen, am öftersten in die See getrieben und vernichtet werden." — Allein, so dürfen wir billig fragen, ist denn hier und in allen analogen Fällen, die Wirkung des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs in ihrer Erstreckung besonders auf die kommenden Generationen, etwas anderes als natürliche

Züchtung? Ist sie nicht gerade eine bestimmte Erscheinungsform, in der sich diese offenbart? Allerdings sagt Darwin später [7]) mit Bezug auf die Flügelbildung der an Blumen lebenden Käfer und Schmetterlinge der Insel Madeira: „Dies ist ganz verträglich mit der Thätigkeit der natürlichen Züchtung;" allein gerade dadurch spricht er aus, dass er zwischen beiden wirksamen Principien im Allgemeinen einen generellen Unterschied macht. „Es ist wohlbekannt," sagt Darwin [8]), „dass mehrere Thiere aus den verschiedensten Classen, welche die Höhlen in Steyermark und Kentucky bewohnen, blind sind. In einigen Krabben ist der Augenstiel noch vorhanden, obwohl das Auge verloren ist: das Teleskopgestell ist geblieben, obwohl das Teleskop mit seinem Glase fehlt. Da nicht wohl anzunehmen, dass Augen, wenn auch unnütz, den in Dunkelheit lebenden Thieren schädlich werden sollten, so schreibe ich ihren Verlust gänzlich auf Rechnung des Nichtgebrauchs." Diesem Schlusse mag man wohl beipflichten, aber den Motiven, die Darwin zu dieser Folgerung führten, muss man entgegenhalten, dass wir über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit eines Organs keine so einwurfsfreie Ansicht haben, um darauf wissenschaftliche Schlüsse basiren zu können. Nach dem später zu erwähnenden Gesetze der correlativen Variation könnte der Verlust des Auges gar wohl zusammen mit der Ausbildung irgend eines anderen, hier vorzugsweise in Anspruch genommenen Organs stehen. Die strenge Forschung sucht und findet in der Natur nicht sowohl Nützlichkeit als starre Nothwendigkeit.

Man weiss, dass bei der Höhlenratte das Auge eine ungeheure Grösse erreicht, während das Thier dennoch blind ist. „Wie auf Madeira," bemerkt hierüber Darwin, „die Flügel einiger Insecten durch natürliche Züchtung, von Gebrauch und Nichtgebrauch unterstützt, allmälig theils vergrössert und theils verkleinert wurden, so scheint dieselbe Züchtung bei der Höhlenratte mit dem Mangel des Lichtes gekämpft und die Augen vergrössert zu haben, während bei allen anderen blinden Höhlenbewohnern Nichtgebrauch allein gewirkt haben mag." Diese Erläuterung bietet sich auf den ersten Blick sofort dar; aber

weshalb hat denn die natürliche Züchtung bei allen anderen blinden Höhlenbewohnern nicht ebenso gewirkt? Wir wissen es nicht. Damit fällt aber offenbar die ganze Basis des Darwin'schen Erklärungsversuchs für die Höhlenratte und es ergiebt sich bloss, dass ganz andere Bedingungen als bloss natürliche Züchtung und Nichtgebrauch wirksam gewesen sein müssen, um der Höhlenratte ein riesiges, aber unbrauchbares Auge zu geben. Eine ähnliche Schwierigkeit bietet die Pselaphinengattung Machaerites, welche nach den Untersuchungen von G. Joseph in zwei Arten in den Höhlen des Krainer Gebirges vertreten ist und deren Männchen Augen besitzen, während die Weibchen blind sind. Während alle Grottenthiere Krains der Flügel entbehren, haben mehrere Arten Augen, so die drei Arten der Gattung Sphodrus der Carabicinen. Der Proteus Laurentii aus der Magdalenengrotte ist vollkommen augenlos; Cyclophthalmus duricorius hat einfache Augen auf der Spitze eines grossen, kegelförmigen Höckers am Kopfbrustschilde, während Trochlocaris Schmidti in den Höhlen von Cumpole und Obergurk rundliche, bewegliche Augenstummel mit dickem chitinischem Ueberzuge, aber ohne lichtbrechende Medien besitzt[9]). Darwin sagt: „Nach meiner Meinung muss man annehmen, dass amerikanische Thiere mit gewöhnlichem Sehvermögen in nacheinander folgenden Generationen immer tiefer und tiefer in die entferntesten Schlupfwinkel der Kentuckyschen Höhle eingedrungen sind, wie es europäische in den Höhlen von Steyermark gethan. Und wir haben einigen Beweis für diese stufenweise Veränderung des Aufenthalts; denn Schiödte bemerkt: „Wir betrachten demnach diese unterirdischen Faunen als kleine in die Erde eingedrungene Abzweigungen der geographisch-begrenzten Faunen der nächsten Umgegenden, welche in dem Grade, als sie sich weiter in die Dunkelheit ausbreiteten, an die sie umgebenden Verhältnisse gewöhnt wurden; Thiere von gewöhnlichen Formen nicht sehr entfernt, bereiten den Uebergang vom Tage zur Dunkelheit vor; dann folgen die fürs Zwielicht gebildeten und endlich die fürs gänzliche Dunkel bestimmten. Während der Zeit, in welcher ein Thier nach zahllosen Generationen die hintersten Theile der Höhle erreicht,

wird hiernach Nichtgebrauch die Augen mehr oder weniger vollständig unterdrückt und natürliche Züchtung oft andere Veränderungen erwirkt haben, die, wie verlängerte Fühler und Fressspitzen, einigermaassen das Gesicht ersetzen." Dies ist insofern gewiss sehr richtig, als die Wirkung des Nichtgebrauchs hier offenbar einen Theil der natürlichen Züchtung ausmacht.

Gehen wir mit Darwin über zur Betrachtung des Einflusses, den die Acclimatisation auf das Variiren der Arten, vorerst im Zustande der Domestication, ausübt, so sind hier zwei Punkte vorzugsweise ins Auge zu fassen, nämlich erstens die Frage, ob Varietäten, die derselben Species entstammen, gleiche oder verschiedene Fähigkeiten zeigen, sich verschiedenen Klimaten anzupassen, und zweitens, auf welche Weise diese Anpassung erfolgt. Auch hier kann es keineswegs beabsichtigt werden, eine lange Reihe von Beispielen wiederzugeben, die von Darwin und Anderen gesammelt worden sind, um die beiden obigen Fragen zu beantworten. Es findet sich aber, dass Thiere den grössten klimatischen Verschiedenheiten bezüglich des Einflusses auf Variation einen solchen Widerstand entgegensetzen, dass wir erstaunt fast dieselbe Species in der heissen und den gemässigten Zonen finden, während die cultivirten Pflanzen einander sehr unähnlich sind und man kühn behaupten kann, dass jede lange cultivirte Pflanze Varietäten aufzuweisen habe, die ihrer ganzen Constitution nach sehr verschiedenen Klimaten angepasst sind.

Das heute, Dank den Bemühungen Quetelet's [10]), fast über alle Theile der civilisirten Welt ausgedehnte System phänologischer Beobachtungen, deren Wichtigkeit schon Linné ahnte, hat mit unangreifbarer Evidenz die Abhängigkeit der pflanzlichen Entwicklung in ihren einzelnen Stadien von der Menge der Sonnenwärme ergeben. Mit Verwunderung erkennt man besonders aus den von Carl Fritsch und A. Tomaschek angestellten Beobachtungen, wie Jahr für Jahr für denselben Ort und dieselbe Pflanze die Zeit der Blüthe an ganz bestimmte Summen von Wärmegraden und Mittelwerthen der Temperatur gebunden ist [11]). Fritsch hat seine, 130 Pflanzen umfassenden Untersuchungen sogar darauf ausgedehnt, den Einfluss zu be-

stimmen, welchen die geographische Lage des Standortes der Pflanze und seine Höhe über der Meeresfläche auf die Zeit der Blüthe und Fruchtreife ausübt. Doch ist er nicht dazu gelangt, das Gesetz des Zusammenhanges zwischen dem Gange der Temperatur und der Entwicklung von Pflanzen bestimmter Varietäten in verschiedenen Klimaten zu entwickeln. Es blieb vielmehr Linsser vorbehalten, in einer merkwürdigen, am 28. März 1867 der Petersburger Akademie vorgelegten Abhandlung mit Evidenz zu zeigen, dass ein und dieselbe Pflanzenvarietät zu gleichen Entwicklungsstadien gleiche Theile der Wärmesumme ihres Standortes in Anspruch nimmt. Hieraus ergiebt sich, dass in jedem Samen die Fähigkeit liegt, sich den Wärmeverhältnissen seines Standortes gemäss zu entwickeln. Zwei Samen von einer und derselben Varietät, die verschiedenen Standorten entstammen, müssen sich demnach unter gleichen Temperaturverhältnissen ungleich entwickeln. Es war der Wissenschaft von heute vorbehalten, für die wichtigsten Pflanzen die Maximalwerthe der Unterschiede der Wärmesummen empirisch festzustellen, bei welchen Samen aus verschiedenen Gegenden unter fremden Himmelsstrichen sich noch zu acclimatisiren vermögen. Man darf aber schon jetzt behaupten, dass sich in dieser Beziehung selbst bei einer und derselben Varietät beträchtliche Unterschiede werden fühlbar machen, da das Vermögen der Sämlinge, entweder starker Kälte zu widerstehen, oder intensivere Wärme zu ertragen, bei den einzelnen Individuen sicherlich, wenn auch innerhalb noch unbekannter Grenzen um einen mittleren Werth herumschwankt. Darwin glaubt, dass gerade hierdurch und unter dem Einflusse der natürlichen Züchtung, die Acclimatisation bewirkt wird. In den meisten Fällen gelingt der Versuch, Thiere oder Pflanzen zu acclimatisiren, durchaus nicht, wenn er unabhängig von der Erzeugung neuer, mit einer verschiedenen Constitution versehenen Pflanzen angestellt wird. Während blosse Gewöhnung nur höchst selten bei durch Knospen vermehrten Pflanzen einige Wirkung hervorbringt, ist sie vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach nur durch aufeinander folgende Generationen von Samen thätig, das spontane Auftreten von con-

stitutionell verschiedenen Individuen ist das ungleich wirksamere Agens. „Es ist aber nicht zweifelhaft,“ sagt Darwin, „dass in der Natur neue Rassen und neue Species durch spontane Variation, unterstützt von der Gewöhnung und regulirt durch natürliche Zuchtwahl, Klimaten angepasst werden, die ungemein von einander verschieden sind.“ Dieser Behauptung muss man vollkommen beipflichten; allein Darwin unterlässt es, eine genauere Vorstellung von der Art und Weise der wahrscheinlichen Entstehung constitutioneller Verschiedenheiten bei Individuen einer und derselben Varietät zu geben und kommt erst später in ziemlich unklarer Weise bei Besprechung der „Pangenesis“ auf diesen Umstand beiläufig zurück.

Das spontane Auftreten constitutioneller Verschiedenheiten bei den einzelnen Individuen der verschiedenen Varietäten kann aber nach dem dermaligen Zustande des Wissens mit grossem Rechte auf eine Verschiedenheit äusserer Einwirkungen während des Embryonalzustandes zurückgeführt werden. Nicht zwei Embryos finden sich genau unter den nämlichen Verhältnissen, ihre Entwicklung wird aber nur dann dauernd gehemmt oder unmöglich gemacht, wenn die Abweichungen von gewissen mittleren Bedingungen bestimmte Grenzen überschreiten. Innerhalb dieser Grenzen vermag sich das Individuum zum selbstständigen Leben zu entwickeln und bezüglich der äusseren Verhältnisse in ihrer Totalität (keineswegs der klimatischen allein) eine bestimmte Constitution anzunehmen. Diese ist aber in Folge der Bedingungen der embryonalen Entwicklung bei Individuen einer und derselben Varietät nothwendig in bestimmte Grenzen eingeschlossen. Innerhalb dieser Grenzen hält sich die Menge der Individuen derselben Varietät und steht in Mitbewerbung um die Existenz mit dem ganzen Organismus der Erde; was unter den gegebenen Verhältnissen lebensfähig ist, was in Folge seiner Constitution den vorhandenen Bedingungen sich am besten anpassen kann, bleibt erhalten und zur Fortpflanzung aufbewahrt, der Rest geht unter.

Wenn es aber gegenwärtig nicht weiter zweifelhaft sein kann, dass der gesammte Zustand der elterlichen Organisationen in

directer Beziehung zur Entwicklung des Embryos steht, so folgt von selbst, dass die zur letzteren nothwendigen mittleren Bedingungen und ihre äussersten Grenzen bei jeder Generation nach der Richtung hin eine geringe Veränderung erfahren müssen, nach welcher die den äusseren Verhältnissen sich anpassende elterliche Individualität hinneigte, als sie im Kampfe ums Dasein mit ihren Mitbewerbern den Vorrang behauptete.

Man sieht leicht, wie gerade durch die hier entwickelten Umstände die fortwährende Differenzirung der Organismen und die Abänderung der Arten in einfachster und naturgemässester Weise ermöglicht wird. Hierdurch erklärt sich aber ferner nicht minder vollständig die Thatsache, weshalb gewisse Organismen anderen gegenüber eine wunderbare Constanz ihrer charakteristischen Eigenthümlichkeiten zeigen u. s. w.

Die von Darwin als sogenannte correlative Variation bezeichnete Erscheinung gleichzeitiger Abänderung, besonders homologer Organe, dürfte im Stande sein, höchst wichtige Fingerzeige für die gesammte Entwicklungsgeschichte zu geben. Leider aber befindet sich dieser Theil der wissenschaftlichen Untersuchung noch mehr oder weniger in dem rudimentären Zustande einer Curiositätensammlung. Die Beispiele, welche Darwin anführt, sind, mit geringen Ausnahmen, keineswegs vollständig genug beobachtet oder verbürgt; aber die merkwürdige Correlation zwischen Zahnbildung und Haarwuchs scheint nicht bestritten werden zu können und verdient um so höhere Beachtung, als, wie Darwin hervorhebt, die beiden Säugethierordnungen Edentata und Cetacea, welche bezüglich ihrer Hautbedeckung die abnormsten und am meisten entgegengesetzten sind, auch in Rücksicht auf das Fehlen oder den Reichthum der Zähne zu den auffallendsten gehören.

Von vorzugsweiser Wirkung tritt die correlative Anpassung bei Veränderungen der Geschlechtsorgane auf. So sind z. B. nicht allein äussere physische Abänderungen, wie Fettbildung, Entwicklungshemmung des Kehlkopfes u. s. w., die Folge einer stattgefundenen Castration: sondern auch der psychische Charakter des betreffenden Individuums weicht von dem normalen in auffallender Weise ab, wie die mannigfachen Schilderungen orien-

talischer Eunuchen zur Genüge beweisen. Obgleich es nicht möglich ist, diese Behauptung gegenwärtig zu beweisen, so scheint doch logische Ideencombination darauf hinzudeuten, dass das Princip der correlativen Variation besonders im embryonalen Zustande der Individuen die Differenzirung der Artenorganisationen wesentlich unterstützt.

Darwin legt den höchsten Nachdruck darauf, dass allenthalben da, wo wir die Mittel besitzen, Vergleichungen anstellen zu können, die nämlichen Gesetze als wirksam sich zeigen, welche die geringeren Abweichungen zwischen Varietäten derselben Art, wie die Hervorbringung grösserer Unterschiede zwischen Arten einer Sippe erzeugen. In dieser Behauptung und ihrer wissenschaftlichen Begründung wurzelt die ganze Artenentstehungs-Theorie; wer diesen Satz als unbegründet erweisen kann, hat den Lebensnerv der Darwin'schen Lehre durchschnitten; wer ihm neue, unanfechtbare Beweise zur Seite stellen kann, hat damit die Fundamente des kühnen Gebäudes gestützt, welches der berühmte britische Naturforscher errichtete.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, wie die Gesetze der Variation, die Darwin theils selbst aufgefunden, theils strenger formulirt und begründet hat, allerdings nicht wegzuleugnen sind; dass Abänderungen innerhalb gewisser Grenzen thatsächlich stattfinden und durch diejenigen Umstände bedingt werden, die wir aufgezählt haben. Wir kennen nicht durch empirische Beobachtungen die Grenzen, innerhalb deren die Variation der Individuen bleiben muss; und diejenigen, welche hier eine sehr beengte Sphäre annehmen, vermögen ihre Behauptung aus der reinen Beobachtung ebenso wenig einwurfsfrei zu erweisen, wie alle, die gar keine festen Grenzen der individuellen Abänderung annehmen. Die Ersteren nehmen eine bestimmte Anzahl von ursprünglichen Arten an; die zweite Classe von Forschern hingegen kommt natürlich durch eine Kette von Rückschlüssen zu dem Ergebnisse, die gesammte organische Welt stamme von einer einzigen Urform ab, die freilich nicht nothwendig in einem einzigen Individuum repräsentirt gewesen zu sein brauchte.

Die erste Ansicht von der Variabilität ursprünglich gänzlich

verschiedener Arten, innerhalb sehr enger Grenzen, besitzt gegenüber der entgegengesetzten den grossen Vortheil, die unmittelbaren Thatsachen für sich in Anspruch nehmen zu können. Wäre es erlaubt, einen bildlichen Vergleich herbeizuziehen, so würde man darauf hinweisen können, wie die bereits früher besprochenen Beobachtungen der Neuzeit die gesammte organische Welt gewissermaassen als ein System von Linien erscheinen lassen, die im Allgemeinen gegen ein gewisses Centrum zu convergiren scheinen. Der Lauf dieser Linien ist nur eine kurze Strecke weit untersucht worden und es haben sich dabei Abweichungen von einer allgemeinen Normalrichtung gezeigt. Während nun die Einen behaupten, diese Abweichungen seien bloss locale und völlig verschwindend in der ungemessenen Länge und Gesammtheit, es existire daher ein gemeinsames Centrum; folgern die Anderen daraus eine Mehrheit von Radiationspunkten und keine, allen gemeinsame Convergenzrichtung. Diese letztere Ansicht wird, sehr instructiv an den eben gewählten bildlichen Vergleich anschliessend, von Kölliker [12]) dargestellt. „Allerdings," sagt dieser scharfsinnige Forscher, „giebt es Thiere, die sehr variiren, wie z. B. der Hund, so sehr, dass man, wie auch schon geschehen, geneigt werden könnte, mehrere Species anzunehmen und denselben, ihrer zahlreichen Uebergänge halber, einen gemeinsamen Ursprung und Ausgangspunkt zuzuschreiben. So lange jedoch die Geschichte dieses Thieres nicht besser bekannt ist, als es der Fall ist, wird sich dasselbe nicht zur Unterstützung der Darwin'schen Theorie verwerthen lassen. Es ist nämlich denkbar, dass ursprünglich mehrere Hundearten existirten und dieselben durch Vermischung untereinander nach und nach so viele Formen bildeten. Auch vergesse man nicht, dass gewisse, sehr charakteristische Hunderassen, wie die Mopse, Dachshunde und Bullenbeisser, offenbar pathologische Zustände darstellen, die sich vererben, wie dies schon H. Müller wahrscheinlich zu machen gesucht hat."

„Aehnlich verhält es sich auch mit den Tauben, auf die Darwin so hohen Werth legt, und ist hier namentlich hervorzuheben, dass noch keinerlei Untersuchungen über die wichtige

Frage vorliegen, welche Formen bei diesen Thieren krankhaften Ursprunges sind und durch Vererbung eine gewisse Constanz erhielten. So gut als ein Mops nicht eine Species, sondern ein Hundekretin ist, könnten auch die kurzschnäbeligen Tauben u. a. in den Bereich des Pathologischen gehören."

„Dass grössere Varietäten überhaupt nicht so leicht sich bilden, beweist auch die grosse Dauer mancher jetzt lebender Arten in unverändertem Zustande, die sich nicht nur nach den einigen Tausenden von Jahren bemisst, sondern unberechenbar viel grösser ist, indem nach den übereinstimmenden Angaben der Geologen nicht nur viele Arten der Diluvialepoche, sondern sogar manche aus noch älteren Formationen mit den noch jetzt lebenden übereinstimmen." Derselbe Gelehrte fügt indess diesem letzteren Einwurfe hinzu: „Gegen den Werth dieser Thatsache könnte nun allerdings Darwin einwenden, dass die grosse Dauer gewisser Arten nicht beweist, dass nicht andere sich umgewandelt hatten, immerhin ist dieselbe beachtenswerth." Gewiss ist diese Einwendung Darwin's vollkommen berechtigt; denn die geologisch lange Dauer gewisser Arten in wenig abänderndem Zustande beweist ebenso viel gegen die Variabilität der Arten überhaupt, als die beständige Existenz tropfbar-flüssigen Wassers in der Aequatorealzone zur Behauptung berechtigt, das dortige Wasser besässe nicht die Eigenschaft zu Eis erstarren zu können. Da wir nicht hoffen dürfen, jemals die Verhältnisse in den älteren Epochen der Erde so genau kennen zu lernen, um das nothwendige Material zu einem entscheidenden Kriterium über die Ursachen der langen Dauer gewisser Arten zu sammeln, so folgt, dass dieser Punkt für eine Untersuchung der Berechtigung der Darwin'schen Theorie nicht in Betracht gezogen werden darf. Wer dies nicht zugeben wollte, müsste unter Anderen den strengen Nachweis liefern, aus welchen Gründen die merkwürdige Valvata multiformis gerade in den Süsswasserkalken von Steinheim jene überaus regelmässige und schnelle Reihenfolge der Entwicklung zu immer zusammengesetzterer Organisation zeigt, während z. B. das Mainzer Becken und andere Orte keine Spur von Analogem zeigen [18]).

„Weshalb," sagt Schmarda [14]), „finden wir Thiere durch eine grosse Schichtenzahl hindurch selbst bis auf die Gegenwart unverändert? Weshalb finden wir nicht die Uebergänge der Species durch natürliche Züchtung in den verschiedenen geologischen Perioden? Weshalb giebt es, wenn die Vervollkommnung Gesetz ist, Thiere mit rückschreitender Metamorphose?" Von diesen Fragen ist die erste bereits beantwortet worden, und was die zweite anbelangt, so hat Darwin im 9. und 10. Capitel seines Buches über die Entstehung der Arten darauf Antwort gegeben; einiges andere, Bestätigende, wird später folgen. Die dritte Frage oder der dritte Einwurf beruht aber auf einer mangelhaften Vorstellung von dem, was man unter den Gesichtspunkten Darwin's als Vervollkommnung verstehen muss. Allerdings wird der Grad der Differenzirung oder Specialisirung der Theile aller organischen Wesen in ihrem reifen Alter als Maassstab der Vollkommenheitsstufe angesehen; allein die einseitige Anwendung dieses Princips auf die gesammte Natur sowohl wie auf die Darwin'sche Theorie, würde sehr fehlerhaft sein. Es giebt Fälle, wo gerade der Mangel, die eingeschränktere Differenzirung einem Geschöpfe im Kampfe ums Dasein von Nutzen ist (man erinnere sich beispielsweise der flügellosen Käfer von Madeira); von diesen Gesichtspunkten aus muss man dann sogar eine Vereinfachung als Fortschritt bezeichnen. Rückschreitende Metamorphose tritt nur dann ein, wenn die Entwicklung eine solche ist, dass sie im Kampfe ums Dasein das Erliegen der Individualität nach sich zieht, mag sie sonst sein wie sie immer will.

Von diesem Standpunkte aus wird man auch den Einwurf sofort als unbegründet erkennen, den Kölliker [15]) macht, wenn er sagt: „Die Varietäten, die sich bilden, entstehen in Folge mannigfacher äusserer Einwirkungen, und ist nicht einzusehen, warum dieselben alle oder theilweise gerade besonders nützlich sein sollten. Jedes Thier genügt für seinen Zweck, ist in seiner Art vollkommen und bedarf keiner weiteren Ausbildung. Sollte aber auch eine Varietät nützlich sein, und sich sogar erhalten, so ist gar kein Grund, einzusehen, warum dieselbe dann noch

weiter sich verändern sollte. — Der ganze Gedanke der Unvollkommenheit der Organismen und der Nothwendigkeit ihrer Vervollkommnung ist offenbar die schwächste Seite der Darwin'schen Theorie und ein Nothbehelf, weil Darwin kein anderes Princip denkbar war, um Umgestaltungen zu erklären, die wie auch ich glaube, stattgefunden haben." Man sieht sofort, dass Kölliker offenbar Darwin nicht richtig verstanden hat.

Der britische Naturforscher behauptet nirgendwo, dass der Organismus an und für sich unvollkommen sei, und aus diesem Grunde ist daher auch keine Vervollkommnung nothwendig und möglich. Darwin spricht bloss von mehr oder minder vollkommener Anpassung und das ist allerdings durchaus zulässig. Prof. Seligmann sagt sehr wahr: „Die teleologische Richtung ist mit wenigen Ausnahmen die herrschende geblieben und es haben sehr bedeutende Naturforscher selbst die Darwin'sche Lehre von der Anpassung für eine solche verkannt, oder nebst den Darwin'schen Gesetzen noch ein Gesetz der physischen und psychischen Vervollkommnung annehmen zu müssen geglaubt." Man kann es nicht oft genug aussprechen, dass unsere Ansichten von Vollkommenheit in der Natur durchaus subjectiv sind, und dass alle diejenigen wissenschaftlichen Theorien, in welche das Princip der mehr oder minder grossen Vollkommenheit als integrirendes Glied eingeführt wird, ganz unzulässig bleiben. Die Darwin'sche Theorie aber hat gar nichts mit der Vollkommenheit irgend eines Organismus in dem eben angedeuteten Sinne zu thun, sondern nur mit dem Vermögen, sich im Kampfe ums Dasein den Verhältnissen anzupassen oder zu erliegen.

Murray[1]) wirft Darwin vor, dass er beständig nur die Ausnahmen und nicht die regelmässigen Fälle zum Ausgangspunkte seiner Betrachtungen gemacht habe, vergisst aber dabei ganz, dass das Beharrliche des Gesetzes nur im Wechsel der Erscheinungsformen erkannt werden kann. In der Natur giebt es keine Ausnahmen, sondern nur modificirte Erscheinungen als Folgen verschiedener einwirkender Kräfte. Darwin's Untersuchungsmethode ist daher in dieser Beziehung ebenso richtig und ebenso ausschliesslich zu Resultaten führend, wie jene des

Chemikers, der aus den Reactionen auf die vorhandenen Stoffe schliesst.

Einer der wichtigen Einwürfe, dessen ganze Schwere sich Darwin keineswegs verhehlt hat, und der, wenn er nicht beseitigt werden kann, ungemein zu Gunsten der eben genannten Theorie spricht, nach welcher die Arten alle nur innerhalb ziemlich enger Grenzen veränderlich sind; ein Einwurf von solcher Wichtigkeit ist der, dass keine Varietäten bekannt sind, die sich unfruchtbar begatten, wie dies bei scharf geschiedenen Thierformen der Fall ist.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass der Grad der Unfruchtbarkeit sich nicht genau nach der systematischen Affinität richtet, sondern dass hier noch Gesetze wirksam sind, von denen wir zur Zeit keine Ahnung haben; so ist doch andererseits nie bestritten worden, dass die Intensität der Fruchtbarkeit im Allgemeinen mit abnehmender systematischer Affinität sinkt und schliesslich für die verschiedenen Arten Null wird. Auf dieser Behauptung beruht der ganze Einwurf gegen Darwin. Allein, wenn die Selectionstheorie auch nicht diese Thatsache zur Stütze für ihre Behauptungen verwerthen kann, so kann sie indess ebenso wenig als Beleg gegen dieselbe verwerthet werden. Gerade der Umstand, dass im Allgemeinen die Fruchtbarkeit der Kreuzung mit wachsender Entfernung der Individuen von einander im Systeme abnimmt, könnte darauf hindeuten, dass wir es hier mit einer, von bestimmten Gesetzen beherrschten secundären Erscheinung zu thun haben. Die fruchtbare Paarung hört bei einer bestimmten typischen Verschiedenheit der Individuen auf, allein es folgt daraus keineswegs mit Nothwendigkeit, dass diese Verschiedenheit deshalb immer bestanden haben müsse. Es kann vielmehr diese Behauptung nur als Möglichkeit gegeben werden, allein das Gleiche ist auch der entgegengesetzten zu vindiciren. Ferner ist nicht zu übersehen, dass auf diesem Gebiete noch ein sehr empfindlicher Mangel an hinreichenden und sicheren Beobachtungen herrscht. Die ungemeine Schwierigkeit und Unklarheit, welche gegenwärtig diesem ganzen Gegenstande noch anhängt, zeigt sich klar in der aus-

gezeichneten Darlegung, welche v. Baer in seinem Berichte über die Zusammenkunft der Anthropologen in Göttingen gegeben hat. Wäre es nothwendig, hier näher ins Detail einzugehen, so könnte man z. B. darauf hinweisen, dass die bisherige, allgemein gültige Ansicht von dem verderblichen Einflusse der Ehen unter Blutsverwandten auf die nachfolgenden Generationen sich in den neuesten und exacten Untersuchungen von Perier und Alfred Bourgeois[17]) durchaus nicht bestätigt hat, indem sich mit Evidenz ergab, dass der Einfluss der Ehen zwischen Blutsverwandten gut oder schlecht ist, je nachdem die betheiligten Individuen von constitutionellen Krankheiten frei oder befallen sind. Man könnte ferner daran erinnern, dass der ausgezeichnete Forscher Broca[18]) zu dem Ergebnisse gelangt, es scheine, dass die Resultate der Kreuzungen zwischen entfernten Menschenrassen um so schädlicher seien, je entfernter die Mütter in ihrem Rassencharakter ständen und dass diese Behauptung sich in Uebereinstimmung befinde mit den Erfahrungen, welche alle Naturforscher in Betreff der Bastarderzeugung bei den Thieren gelten liessen; während andererseits v. Baer die Lehre, dass die geschlechtliche Verbindung der verschiedenen Menschenrassen weniger fruchtbar sein soll und dass die Bastarde unter sich gar nicht oder doch nur wenig sich fortpflanzen oder sonst verkommen sollen, körperlich oder moralisch unkräftig würden, als unsicher und haltlos darstellt. Dagegen kommen allerdings, wie auch v. Baer hervorhebt, merkwürdige und zur Zeit noch unerklärte Anomalien vor. So ist es z. B. sonderbar, dass in Neuholland und Vandiemensland, trotz der grossen Menge deportirter Verbrecher, dennoch nur eine kleine Anzahl von Bastarden zu existiren scheint, dass ferner in Amerika und Afrika französische, spanische und portugiesische Bastarde mit Negerinnen zu gedeihen scheinen, englische hingegen nicht, dass dagegen die Mischlinge von englischen Matrosen und Otaheitierinnen einen kräftigen, fruchtbaren Menschenschlag bilden u. s. w.

Beachtet man, dass überhaupt die Grenzen der unfruchtbaren Paarung im Einzelnen sehr schwankend sind, so gewinnt die Möglichkeit, dass Sterilität vorherrschend nur eine secundäre

Erscheinung und durch sich anhäufende Divergenz der allgemeinen Charaktere nach und nach entstanden sei, eine nicht zu verachtende Stütze. Darwin sagt in der Zusammenfassung seiner betreffenden Untersuchungen [19]: „In derselben Weise, wie beim Zweigen der Bäume die Fähigkeit einer Art oder Varietät, bei anderen anzuschlagen, mit meistens ganz unbekannten Verschiedenheiten in ihren vegetativen Systemen zusammenhängt, so ist bei Kreuzungen die grössere oder geringere Leichtigkeit einer Art, sich mit der anderen zu befruchten, von unbekannten Verschiedenheiten in ihren Reproductionssystemen veranlasst. Es ist daher nicht mehr Grund anzunehmen, dass von der Natur einer jeden Art ein verschiedener Grad von Sterilität in der Absicht, ihr gegenseitiges Durchkreuzen und Ineinanderlaufen zu verhüten, besonders eingebunden worden sei, — als Ursache vorhanden ist, anzunehmen, dass jeder Holzart ein verschiedener und etwas analoger Grad von Schwierigkeit beim Verpfropfen auf anderen Arten anzuschlagen, eingebunden worden sei, um zu verhüten, dass sich nicht alle in unseren Wäldern auf einanderpfropfen."

Nach allem Vorhergehenden kann man die Thatsachen in folgender Weise erklären. Die Urformen, welche Darwin annimmt, waren fruchtbar unter einander; sie divergirten mit der Zeit in ihren Charakteren und hiermit nahm die Fruchtbarkeit im Ganzen ab, der Art, dass sie schliesslich für die extremeren Formen Null wurde und nur noch bei näheren (Varietäten) möglich ist. Ein absoluter Beweis für diese Behauptung lässt sich nicht geben; er wird auch direct nie gegeben werden können, sondern höchstens nur indirect, falls sich die Darwin'sche Theorie aus einem Complexe anderer Thatsachen als richtig erweist.

Vom philosophischen Standpunkte aus hat Frohschammer eine Kritik hauptsächlich der logischen Begründung und Berechtigung der Darwin'schen Theorie gegeben [20], der man eine hohe Bedeutung nicht absprechen kann und der am geeignetsten hier gedacht wird. Rudolph Wagner nennt diese Kritik: den bedeutendsten Angriff von allen, welchen Darwin bis jetzt erfahren habe.

Frohschammer hebt zuerst hervor, dass der Darwin'schen Theorie das Nothwendigkeitsprincip fehle; es fehle dadurch eine unerschütterliche Grundlage, die unsere Bedenken auch da zu beseitigen vermöge, wo vorläufig für uns unerklärbare Thatsachen auftreten. Der ursprüngliche Zustand der Organismen bleibe unbestimmt, ebenso wie die ursprüngliche Aufgabe und Leistung der natürlichen Züchtung, indem man nicht wissen könne, was aus immanentem Differenzirungstrieb, aus ursprünglicher teleologischer Tendenz und Kraft der Organismen selbst hervorging. Allein Frohschammer übersieht hierbei ganz und gar, dass es gerade das, was er „immanenten Differenzirungstrieb“ nennt, ist, auf dessen Nachweis es Darwin mit seiner ganzen Theorie ankommt. Die natürliche Züchtung resultirt aus der Gegenwirkung dieses mit den das Individuum rings umgebenden Naturkräften. Die natürliche Züchtung ist nur eine Folge, eine secundäre Erscheinung, deren primäre Nothwendigkeit allerdings nicht erkannt ist. Aber ganz ebenso ist auch das Fallen des Steines eine secundäre Erscheinung, deren primäre Ursache (im philosophischen Sinne) nicht gefunden ist, indem die Anziehung selbst nur als Wirkung einer Kraft gedacht werden kann. Von der Wesenheit der Kräfte aber weiss die Naturwissenschaft Nichts, und die Nothwendigkeit der Anziehung kann niemals logisch demonstrirt werden. Dagegen lässt sich freilich mathematisch zeigen, dass nur bei den jetzt wirksamen Gesetzen der Massenanziehung der Weltenorganismus auf die Dauer bestehen kann.

„Darwin,“ sagt Frohschammer, „leitet aus den Erfolgen künstlicher Züchtung die Möglichkeit der natürlichen Züchtung ab. Nun ist aber nicht einmal diese Möglichkeit erwiesen, denn die Erfolge künstlicher Züchtung, so auffallend sie erscheinen, sind immerhin nur unbedeutend im Vergleich mit denen, welche die natürliche Züchtung durch Hervorbringung der verschiedenartigsten Pflanzen und Thiere erzielt haben soll.“ Indem Frohschammer sich so ausdrückt, überschreitet er die sich anfänglich selbst gesetzten Grenzen; er geht nicht mehr von den Thatsachen aus, sondern will diese selbst prüfen. Hier gebührt aber

nicht dem Philosophen Frohschammer, sondern dem Naturforscher Darwin die Entscheidung.

„Wirklich bedeutende Resultate natürlicher Züchtung, die noch ins Gebiet menschlicher Erfahrung fielen, hat Darwin nirgends aufgezeigt.“ Direct allerdings nicht und zwar gerade deshalb, weil die menschliche Erfahrung über diesen Punkt erst von gestern datirt. Wären diese Resultate so offen am Tage liegend, wie Frohschammer will, so brauchte es allerdings jenes ungeheuren Beobachtungsmaterials nicht, das Darwin mit bewundernswürdiger Ausdauer zwanzig Jahre lang gesammelt hat. Die beiden zuletzt veröffentlichten Werke dieses Forschers können als indirecter Beweis angesehen werden. Darwin verfuhr hier ähnlich, wie auf dem nicht minder complicirten Felde der Meteorologie Dove, als er sein Drehungsgesetz der Winde, bei dem Mangel hinreichender directer Beobachtungen auf indirecte Weise aus Thermometer-, Barometer- und Psychrometer-Beobachtungen herauslas. Uebrigens lassen sich den von Darwin beigebrachten Thatsachen noch eine Reihe von Beispielen hinzufügen, die allerdings nicht den Uebergang aus einer niederern in eine sehr viel höher stehende Form zeigen, die aber dennoch wichtige Belege zur Motivirung der Behauptung bilden, dass derartige Uebergänge in der That stattfinden und erkannt werden, sobald genügende Zeit vergangen ist um diese Umwandlungen verfolgen zu können. A. Kerner hat nachgewiesen[21]), dass sich in der kurzen Zeit von wenigen Jahren durch Veränderung des Bodens, der Luft und des Lichtes: Hutchinsia brevicaulis in H. alba; Arabis coercula in A. bellidifolia; Alchemilla fissa in A. vulgaris; Betula pubescens in B. alba; Saxifraga caespitosa in S. errata; Artemisia rana in A. campestris abänderten. Die von Fabre behauptete[22]) Umänderung eines Aegilops in ein Triticum durch langjährige Culturversuche hat sich zwar als irrthümlich erwiesen, aber bereits im Jahre 1838 hat Wimmer[23]) die durch verschiedene Vegetationsbedingungen hervorgerufenen Abänderungen erkannt, in Folge deren unter Anderen Campanula rotundifolia in C. Scheuchzeri, Rumex acetosa in R. arifolius übergehen u. s. w. De Bary ist es gelungen,

Pilzformen, welche bis jetzt als deutlich getrennte Arten bestanden, zu züchten[24]). Bei Versetzung von Alpenpflanzen zeigte sich, dass Plantago montana allmälig in Pl. lanceolata, Erigeron uniflorus in E. alpinus, Möhringia polygnoides Koch, in M. muscosa L. übergingen. Nach P. J. v. Sieboldt's Erfahrungen scheint die weissgestreifte oder gesprenkelte Abart mancher Pflanzen durch den Einfluss der Kälte zu entstehen. In der Tropenzone fehlt sie ganz, ist aber in Japan, mit sehr excessivem Klima, nicht selten, wo sogar weissgefleckte Schachtelhalme und Nadelhölzer auftreten. Derselbe Forscher sah Pflanzen aus Japan, die durch den Frost gelitten, diese Abänderung annahmen, die dann beständig blieb. Wie wenig man übrigens aus den gegenwärtigen Verhältnissen auf das Variiren der Organismen in den ersten Zeiten, als sich der Erdball mit organischen Wesen bedeckte, schliessen darf, zeigen die neuesten Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die Dimensionsänderungen gewisser pflanzlicher Organe. Im Finstern wachsende, etiolirende Pflanzen zeigen merkwürdige Missverhältnisse in den Dimensionen ihrer Blätter und Stengel gegenüber der normalen Form. Während die Blätter einschrumpfen, entwickeln sich meist die Stengel zu riesiger Grösse, wenngleich es auch Fälle giebt, in denen sich die Blätter übermässig verlängern und die Stengel keine Vergrösserung zeigen. Schon Sachs bemerkte, dass diese Abänderungen unter dem Einflusse des Lichtmangels vorzugsweise an chlorophyllhaltigen Organen auftreten, und Kraus hat durch zahlreiche und feine Untersuchungen nachgewiesen, dass die veränderten Organe, sowohl die verlängerten als verkürzten, durchaus auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen bleiben. Während die Laubblätter im Finstern wegen fehlenden Materials zur Zellhautbildung in ihrer Entwicklung gehemmt werden und während gewisse Keimlinge etioliren, trotzdem ihre Kotyledonen mit fettem Oel und Stärke versehen sind, weil in Abwesenheit des Lichtes die Stärke nicht dauernd in Zellhaut umgesetzt werden kann, schiessen etiolirte Stengel zu enormer Grösse empor durch das Nichterstarken der Rindengewebe und ein Ueberwachsthum der Markzellen im Finstern

bei gleichzeitiger eigenthümlicher Wachsthumsweise der hochgespannten Internodien.

Wenn, wie es höchst wahrscheinlich ist, in den frühesten Zeiten des Erdballes eine dichte, trübe, mit verschiedenen Gasen in bedeutendem Maasse geschwängerte Atmosphäre das Sonnenlicht abblendend auf der Oberfläche unseres Planeten lag, so musste unter sonst ganz gleichen Verhältnissen, allein aus diesem Grunde schon die damalige Pflanzenwelt einen wesentlich anderen Charakter annehmen, als dies heute der Fall ist. Nicht bloss die relativen Dimensionen der verschiedenen Organe, sondern vor allem auch ihre physiologischen Functionen, besonders jene der so leicht afficirbaren Reproductionsorgane mussten Abänderungen erfahren, zu welchen sich heute nicht leicht in der freien Natur ein Analogon finden lässt. Schaafhausen[25]) hat eine Menge von Thatsachen gesammelt, aus denen ein beträchtliches Variiren auch der Thiere unter verschiedenen Bedingungen hervorgeht. Die merkwürdige Abhandlung dieses verdienstvollen Forschers: „Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten," erschien im Jahre 1853, also ein halbes Jahrzehnt vor Bekanntmachung der Untersuchungen Darwin's. Die Resultate, zu welchen der Bonner Gelehrte gelangt, sind vollkommen mit denjenigen übereinstimmend, welche Darwin erhielt. „Welche Unterschiede," sagt Schaafhausen, „in Grösse und Bildung des Körpers, im Baue des Kopfes, in Haar und Farbe zeigen nicht die fünfzig Hunderassen, unter denen der chinesiche Otterhund sogar eine Schwimmhaut zwischen den Zehen hat! Diese Veränderungen sind grösser als sie zwischen den lebenden und den fossilen Thieren des Diluviums bestehen, und doch glaubt man sich berechtigt, diese als verschiedene Arten anzusehen." Oskar Schmidt kommt bei seinen Untersuchungen über die Spongien der Küste von Algier ebenso wie Häckel zu dem Resultate, dass die ganze Naturgeschichte der Spongien absolut für Darwin's Theorie spreche. „Gewiss," sagt jener Naturforscher, „ist die von Carpenter nachgewiesene Auflösung einer Menge sogenannter Arten aus Gattungen der Foraminiferen in continuirlich in einander übergehende Formenreihen für

die Wandelbarkeit der Arten überzeugend, allein was die Spongien bieten, übersteigt alles Dagewesene. Es handelt sich bei ihnen nicht bloss, wie bei den Foraminiferen, um den allgemeinen Habitus der Form, um die variable Gruppirung der Kammersysteme, sondern die Variabilität ist an dem mikroskopischen Detail ebenso und noch specieller vorhanden, als an den gröberen Bestandtheilen. Bei den Foraminiferen kann man wohl von mikroskopischen Formen, aber nicht eigentlich von mikroskopischen Formbestandtheilen sprechen. In den Spongien aber belauschen wir die Umbildung der feineren Formbestandtheile, der Elementarorgane, und dadurch wird die Wandelbarkeit des Ganzen so durchsichtig. Es verhalten sich in dieser Beziehung die Kalkschwämme etwas anders als die übrigen, und besonders die Kieselschwämme. Bei jenen ist die Variabilität der mikroskopischen Theile auf einen kleinen Formenkreis beschränkt, dafür aber der Habitus der Individuenreihen von einer ganz unglaublichen Biegsamkeit. Wir vermissen nun zwar diese Biegsamkeit des Gesammtkörpers auch nicht bei den Kieselspongien, wir sehen sie z. B. bei der Gattung Tedania Gray, wozu ich aber noch mancherlei hinzuzufügen habe, wie drei eigensinnig zusammenhaltende Nadelformen von Triest bis Florida und Island unter der verschiedenartigsten Verkleidung auftraten. Die eine dieser Nadeln neigt aber in einigen Varietäten schon zur Abschweifung. Und gerade dieser Punkt, die ins Einzelne zu verfolgende Umwandlung derjenigen Organe, welche als vermeintlich stabil der Systematik die wesentlichste Grundlage zur Aufstellung der Gattungen und Arten zu bieten schienen, hat uns die Untersuchung mancher Partien besonders anziehend gemacht.“

Es wird nicht selten darauf hingewiesen, dass die ägyptischen Thiermumien, obgleich ihnen ein Alter von wenigstens 2000 oder 3000 Jahren zukomme, dennoch keinerlei Abweichungen von der heutigen Gestalt dieser Thiere darböten. Indess hat schon Geoffroy Saint-Hilaire bei den Krokodilen sehr erhebliche Abweichungen der damaligen von der heutigen Form constatiren können. Neuerdings haben die fleissigen Untersuchungen Rütimeyer's gezeigt, dass Fuchs, Steinmarder und Iltis

der schweizerischen Pfahlbauten sich rücksichtlich der Zahnbildung sehr wesentlich von ihren heutigen Nachkommen unterschieden. Schleiden hebt sehr richtig hervor, dass wir über das Variiren der meisten Thiere seit Aristoteles und Theophrast absolut Nichts wissen können, weil diese alten Autoren nirgends hinreichend genaue Beschreibungen geben. So ist man fast in den meisten Fällen auf die kurze Spanne Zeit beschränkt, welche seit den Tagen des grossen Linné bis heute verfloss.

Besser berechtigt als der vorhin besprochene Einwurf, scheint die Verwahrung, welche Frohschammer gegen Darwin's Andeutung einlegt, wie aus einem Landthiere einmal ein Wasserthier geworden sein könne, oder wie die Fledermaus aus einem Eichhörnchen sich möge entwickelt haben. Dennoch aber deuten die neuesten Untersuchungen über die Fortpflanzung der Thiere im Larvenzustande an, dass hier keineswegs eine unübersteigliche Schwierigkeit für Darwin vorliegt. Aus derselben Brut des Axolotl (Siredon pisciformis) entwickeln sich gekiemte und kiemenlose Thiere innerhalb verschieden langer Perioden und es ist gegenwärtig noch nicht bekannt, was diese Verwandlung bedingt oder hemmt[26]). Die Untersuchungen der doppelten Entwicklungsformen der in der Fussmuskelmasse der gemeinen Wegschnecke parasitirenden Leptodera appendiculata, durch Schneider und Claus, ergab bei reichlicher Nahrungszufuhr, dass die Larvenform sich dauernd und fruchtbar fortpflanzt ohne in die Leptoderenform zurückzufallen. Ob es wie hier, vorzugsweise äussere Umstände sind, welche die Entwicklung einzelner Individuen auf einer bestimmten Stufe fixiren, ist bezüglich des Siredon mit voller Sicherheit gegenwärtig nicht zu entscheiden; jedenfalls aber können diese Umstände unter dem Einflusse der Vererbungsgesetze die Hand bieten, um eine Thiergattung in zwei sehr aus einanderstehende zu zerlegen. Wie weit und wie oft solche Möglichkeit sich bis jetzt realisirt hat, dazu bedarf es noch umfassenderer und genauerer Untersuchungen als heute überhaupt vorliegen.

Frohschammer hebt ganz besonders hervor, dass die

erste Ursache der kleinen, vortheilhaften Abänderungen in den organischen Bildungen so gut wie unbekannt sei; es wäre zwar wahrscheinlich, dass sie aus gewissen Modificationen des leicht afficirbaren Reproductionssystems entstehe, allein auch der Grund dieser Afficirbarkeit selbst und wiederum die letzteren bewirkenden Ursachen seien nicht klar zu erkennen und jedenfalls nicht erkannt. Sonach glaubt Frohschammer aussprechen zu müssen, dass das Grundprincip der Darwin'schen Theorie eigentlich der Zufall sei und sie eben dadurch unhaltbar erscheine. Zwar lege Darwin Verwahrung ein gegen die Annahme eines Zufalls, der nur ein Ausdruck für unsere Unwissenheit und Unkenntniss sei, was man auch in gewissem Sinne gelten lassen könne. Zufall im Sinne eines Ereignisses, ohne genügende gesetzliche, wirkende Ursache sei freilich nicht möglich, jedes Ereigniss müsse vielmehr in der Natur eine bestimmte wirkende Ursache haben, und wenn es erfolgt, nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Allein dennoch könnten wir mit Recht vom Zufall reden, indem wir darunter Ereignisse verstehen, deren Eintritt wir nicht aus dem bekannten gesetzmässigen Gange der Natur heraus begreifen, deren Grund und Gesetzmässigkeit uns verborgen ist, die wir darum auch nicht als planmässig angelegte erkennen, nicht zu berechnen und vorauszusehen und nicht aus bestimmter Ursache abzuleiten vermögen. Zufall nun in diesem Sinne sei das Entstehen irgend welcher kleinen nützlichen oder schädlichen Abänderungen in den neu entstehenden Organismen, auch wenn sie durch Affectionen des Reproductionssystems entstehen; an diesen Zufall als deus ex machina dann schliesse sich erst die nothwendige Wirkung der natürlichen Züchtung; und so hätten wir denn schliesslich ein Grundprincip bei dieser Theorie, das wir eingestandenermaassen in seinem Grunde, seiner Gesetzmässigkeit und Nothwendigkeit, also in seinem eigentlichen Wesen gar nicht kennen und demnach auch nicht wohl zum sicheren Erkenntniss- oder Erklärungsprincip machen können.

Der Naturforscher wird sich leicht über diese Einwürfe trösten und wenn ihre Zurückweisung allein gleichzeitig den

Beweis der Zulässigkeit und Richtigkeit der Darwin'schen Theorie involvirte, so könnte man diesen als gegeben betrachten.

In der That, wenn alles in der Natur als Zufall bezeichnet werden soll, was wir nicht aus dem bekannten, gesetzmässigen Gange der Natur heraus begreifen, dessen Nothwendigkeit und eigentliches Wesen wir gar nicht kennen, was wir nicht berechnen und voraussehen und nicht aus bestimmter Ursache abzuleiten vermögen, so ist sehr viel mehr als das Grundprincip der Darwin'schen Theorie reiner Zufall. Wer kann die Nothwendigkeit eines Nordlichtes demonstriren oder das Eintreten eines Hagelschlages vorausberechnen? Wer hat die Berührungs-Elektricität vorausgesehen oder wer kennt heute, von Hypothesen frei, deren Wesen? Wer endlich vermag die Nothwendigkeit der ganzen Erde, des Sonnensystems oder des ganzen Seins zu demonstriren?

Der Kampf ums Dasein, den Frohschammer angreift, scheint auch von ihm nicht richtig verstanden worden zu sein. Wenn er behauptet, dass manche Geschöpfe gerade um ihrer höheren Vollkommenheit willen den unvollkommneren unterlagen, so ist gar nicht einzusehen, wie dies die Darwin'sche Lehre beeinträchtigen könnte. Dieser Einwurf wurde oben schon zurückgewiesen, indem gezeigt wurde, dass nur dasjenige vollkommen ist was besteht, unvollkommen hingegen was vergeht und zwar sowohl im Reiche der Natur als im Gebiete der schaffenden Gedankenwelt.

Mehr Schwierigkeiten bietet der Einwurf dar, den Frohschammer der Darwin'schen Theorie in seiner Kritik der Augenentstehung macht, wenngleich er freilich in der Weise, wie ihn der Münchener Gelehrte formulirt, keineswegs unübersteiglich ist. Wenn Frohschammer behauptet: „Die natürliche Züchtung kann nicht nach vollkommneren Augen streben, sondern sie nur erhalten und benutzen, wenn sie einmal da, also auf irgend eine Weise entstanden sind,“ so steht der erste Theil dieses Satzes im Widerspruche mit dem, was früher von der natürlichen Züchtung zugegeben wurde. Wenn man mit Darwin bis auf einige oder nur eine einzige, sehr niedrige Urform,

analog den Moneren Häkel's, zurückgeht, so liegt die Schwierigkeit weitaus in dem Umstande, dass die natürliche Züchtung erst Augenrudimente schaffen musste. Das Gleiche gilt allerdings auch von allen übrigen Sinnesorganen, überhaupt von allen Theilen des zusammengesetzten thierischen Körpers; aber man möchte eher geneigt sein, die Entstehung des Ohres, der Nase, der Geschmacksorgane auf dem Wege der natürlichen Züchtung zuzugeben, als die Bildung von ersten Anfängen des Sehvermögens oder der Lichtempfindung, wo vordem nichts dergleichen war. Dennoch aber muss man gegenwärtig nach den überaus mühevollen und feinen Untersuchungen von Schultze über den anatomischen Bau der Augen, wodurch die Uebereinstimmung der percipirenden Schicht der wirbellosen und der Wirbelthiere bis ins Feinste nachgewiesen ist, gestehen, dass die Darwin'sche Theorie auch hier keinen unübersteiglichen Schwierigkeiten allem Anscheine nach begegnen wird. Nicht philosophische Speculation, sondern die mikroskopisch-anatomische Untersuchung wird dereinst die Grundlage zu einer das Sehen aller Thiere in gleicher Weise umfassenden Betrachtung und damit zu einer Entscheidung über den hier behandelten Punkt liefern.

Es ist nothwendig, nochmals ausdrücklich an den sehr beklagenswerthen Mangel zahlreicher, mit der grösstmöglichen Sorgfalt angestellter planmässiger Beobachtungen zu erinnern, wenn wir Darwin in seinen Entwicklungen auf das schwierige und dunkle Gebiet folgen, wo er die sogenannte instinctive Thätigkeit gewisser animalischer Wesen auf eine sich vererbende Einwirkung der natürlichen Züchtung zurückzuführen unternimmt. Darwin ist sich der hier entgegentretenden ungemeinen Schwierigkeiten sehr wohl bewusst; er gesteht selbst am Schlusse seiner bezüglichen Untersuchungen, dass die von ihm mitgetheilten Thatsachen seine Theorie in keiner Weise unterstützen, dass sie aber auch nicht im Stande seien sie zu stürzen.

Frohschammer sagt in seiner bereits angeführten Abhandlung: „Die Schwäche der Darwin'schen Argumentation (über die Instincte) zeigen einige Beispiele. Der Kuckuck soll irgend einmal sein Ei in ein fremdes Nest gelegt, den Vortheil,

der ihm daraus entsprang, gemerkt und dies nun öfter oder immer gethan haben; daraus sei die Erblichkeit dieses Verfahrens oder der Instinct entstanden. Frohschammer hat insoweit gewiss Recht, als die Darwin'sche Erklärung hier in ihrem allgemeinen Eindrucke sehr nahe an das Triviale streift. Allein, so darf man fragen, ist es schwieriger, die Thatsache zu erklären, dass der Kuckuck in Europa kein Nest baut, als das entgegengesetzte Factum, dass die anderen Waldvögel immer Nester und zwar nach ganz bestimmten typischen Schablonen bauen? Will man nicht annehmen, dass jedem einzelnen Thiere seine instinctive Thätigkeit bei seiner Entstehung anerschaffen wurde — wobei denn die Naturforschung ihr Ende gefunden hat — so muss man zugeben, dass sie ererbt wird. Wenn es ferner eine nicht zu bezweifelnde Thatsache ist, dass der amerikanische Kuckuck sein eigenes Nest baut, so bleibt nur die Alternative: entweder hat der europäische den Nestbau aus irgend welchen Gründen vor Zeiten eingestellt, oder aber der amerikanische diese Fähigkeit gewonnen[27]). In beiden Fällen aber sehen wir eine Vererbung der instinctiven Thätigkeit. Inwieweit und ob der Kuckuck selbst einen Vortheil dabei bemerkt hat, kann ganz gleichgültig bleiben und entzieht sich übrigens auch jeder wissenschaftlichen Discussion. Bezüglich der Vererbung der Instincte bemerkt Häkel sehr richtig[28]), dass bei den Jagdhunden, Schäferhunden und anderen Hausthieren die Voreltern diese Instincte erst durch Anpassung erworben hatten, die nun auf die Nachkommen übergingen. „Sie sind,“ sagt Häkel weiter, „den angeblichen »Erkenntnissen a priori« des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) »a posteriori« durch sinnliche Erfahrung erworben wurden.“

Das, was man allgemein als Instinct bezeichnet, ist wahrscheinlich nichts anderes als vererbte Gewohnheit, die, weil vortheilhaft, sich im Kampfe ums Dasein erhielt und auf die Nachkommen überging. Nach sehr langen Zeitperioden lässt sich freilich der leitende Faden nur in den wenigsten Fällen bis zu seinem Ausgangspunkte verfolgen. Veränderte äussere Um-

stände können gewisse Instincte im Laufe der Zeiten überflüssig machen, weil nicht mehr von besonderen Vortheilen begleitet. Sie vererben sich dann doch noch während gewisser Zeitperioden, erlöschen aber allmälig. Auch können gewisse Instincte unter Umständen schädlich, ja den späteren Nachkommen verderblich werden, während sie den Urahnen im Kampfe ums Dasein nützten. Ein Beispiel hierzu bietet eine Beobachtung von Wallace. Dieser berühmte Reisende sah auf seinen Reisen im Ostindischen Archipel einen frisch gefällten Baum, der von Schwärmen kleiner, cylindrischer Bohrkäfer besucht wurde. Dieselben gruben sich nach ihrer Gewohnheit über den Kopf in den Baum ein. Ihr Instinct hatte sie indess diesesmal irre geleitet, indem der Baum einen klebrigen, an der Luft erhärtenden Saft ausschwitzte, der die Thiere gefangen hielt und tödtete. Würde sich diese Baumart auf der betreffenden Insel aus irgend welchem Grunde beträchtlich vermehren, so würde in demselben Maasse die Zahl der genannten Bohrkäfer abnehmen müssen, ja letztere könnten auf jenem Eilande ganz erlöschen und zwar nur deshalb, weil ihr Instinct unter den veränderten Verhältnissen zu ihrem Verderben gereichte.

Sehr richtig bemerkt Henry Maudsley[29]): „Es wird heutzutage nur Wenige mehr geben, die es in Abrede stellen, dass bei jedem Acte der Seelenthätigkeit eine entsprechende Veränderung in dem materiellen Substrat stattfindet, dass jeder seelische Vorgang das Resultat, gleichsam die handgreifliche Offenbarung irgend einer vitalen, sei es nun molekularen oder chemischen Veränderung in den nervösen Elementen des Gehirns darstellt.“ Dass solche molekulare oder chemische Veränderungen in dem Zustande irgend eines Theils des Gehirns, wenn sie andauern oder sich immerfort wiederholen, schliesslich sich wenigstens theilweise vererben werden, ist unbestreitbar, und man kann zugeben, dass in diesem Falle umgekehrt die Veränderung auf die Seelenthätigkeit rückwirken könnte. Es wird nicht behauptet, dass die Thatsachen sich in dieser Weise vollziehen müssen, sondern nur dass dies möglich, vielleicht sogar wahrscheinlich ist. Die Aeusserungen der eigentlich sogenannten

Seelenthätigkeit sind aus dem nämlichen Grunde, wie die Erscheinungen dessen, was man Instinct nennt und was jenen nahe verwandt ist, bis jetzt noch so wenig wissenschaftlich ergründet, weil man sein Augenmerk bloss auf die complicirtesten Phänomene richtete, statt das Studium mit den einfachsten zu beginnen. Die Erscheinung, dass acephale Missgeburten, denen man bei Abwesenheit des Gehirns nothwendig jedes Bewusstsein absprechen muss, Bewegungen ausführen, saugen, schreien, ist nach meiner Ansicht lediglich auf Vererbung zurückzuführen; die Bewegung ist, wie Maudsley sagt, die Folge einer angeborenen Constitution der nervösen Organe, einer angeerbten Begabung der Nervencentra. Dass complicirtere Thätigkeiten, gewissermaassen solche höherer Ordnung, z. B. das Sprechen, nicht ohne weiteres durch Anerbung übertragen werden können, ist eben wegen der Complicirtheit begreiflich, aber die Rudimente derselben und das, was man Talent zum Sprachstudium nennt, vererben sich häufig ebenso wie die Fähigkeit zur Ausführung technisch schwieriger Musikpiècen. Es verhält sich hiermit ziemlich analog wie mit der Thätigkeit Epileptischer, die bei vollkommen aufgehobenem Bewusstsein bisweilen ununterbrochen fortgesetzt wird. Ich will in dieser Beziehung nur einen einzigen merkwürdigen Fall mittheilen, den Trousseau berichtet. Ein junger Musiker, der mit vertigo epileptic. behaftet war, wurde oft während des Violinspielens von 10 bis 15 Minuten dauernden Anfällen heimgesucht. Obgleich er während dieser Zeit vollkommen bewusstlos war und den, der ihn begleitete, weder sah noch hörte, so fuhr er doch während des ganzen Anfalles zu spielen fort. Das Vermögen gewisser Körpertheile, automatisch Bewegungen auszuführen, von deren Nothwendigkeit zum Bewusstsein keine Spur gelangt, beschränkt sich durchaus nicht auf die einfachsten und niedrigsten Thätigkeiten. „Denn wenn ein Act nach öfterer Ausführung uns nicht leichter würde, wenn jedesmal zu seiner Ausführung die sorgfältige Leitung des Bewusstseins erforderlich wäre, so brächten wir höchstens eine oder zwei Handlungen während unseres ganzen Lebens zu Stande, es wäre eine höhere Entwicklung undenkbar. Ein Mann hätte vollauf damit zu thun,

sich täglich an- und auszukleiden" (Maudsley a. a. O. p. 71). „Ein grosser Theil der Kette unserer täglichen Gedanken und Handlungen erweckt nie unsere Aufmerksamkeit. Nachdem wir sie zuerst mit Bewusstsein uns angeeignet hatten, sind sie jetzt automatisch geworden. Menschen, die gewohnt sind, mit sich selbst zu sprechen, wissen gewöhnlich gar nicht, dass sie sprechen, und doch bilden sie sowohl associirte Vorstellungen als associirte Bewegungen" (a. a. O. p. 118).

So weit alle solche Erscheinungen durch körperliche Zustände bedingt werden, muss man zugeben, dass sie erblich übertragbar sind, ebenso wie der Wahnsinn oder der Blödsinn in gewissen unglücklichen Familien. Zuletzt werden jene Anomalien bei stetiger Vererbung in ihren physischen Aeusserungen gerade das, was man Instinct nennt.

## Anmerkungen.

---

[1]) Darwin hat in der Vorrede zu der von Bronn besorgten Ausgabe seines Buches in deutscher Sprache eine kurze Skizze von der Entwicklung der Meinungen über den Ursprung der Arten gegeben. Eine Vervollständigung und Ergänzung dieser Aufzählung findet sich bei Häkel, Natürl. Gesch. d. Schöpf. S. 80 u. ff. Dieser Aufzählung wäre noch vervollständigend hinzuzufügen, dass bereits 1845 in einer kleinen Schrift »Die periodisch wiederkehrenden Eiszeiten und Sündfluthen« von W. von Bruchhausen, Ideen geäussert und zu begründen gesucht wurden, welche mit den später von Unger, V. Carus, Schaaffhausen unter Anderen ausgesprochenen und von Darwin consequent weiter verfolgten Anschauungen die grösste Aehnlichkeit besitzen.

[2]) Vergl. die beiden Werke Darwin's: Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreiche durch natürliche Züchtung. Deutsch von Bronn, und: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. 2 Bde. Deutsch von V. Carus. Stuttgart 1868.

[3]) J. Lamarck, Philosophie zoologique, ou Exposition des Considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux. 2 vls. Paris 1809.

[4]) Darwin, Entst. d. Art. Deutsch von Bronn. S. 142.

[5]) A. a. O. S. 143.

[6]) A. a. O. S. 146 u. ff.

[7]) A. a. O. S. 147.

[8]) A. a. O. S. 148.

[9]) Ztschft. f. d. gesammten Naturwissenschaften Bd. XXXIV, S. 256. Schlesischer Jahresbericht 1868, S. 22 u. ff.

[10]) Vergl. hierüber die einzelnen Bände des Bulletins de l'Aca-

démie royale de Belgique. In den Instructions pour l'observation des Phénomènes periodiques sagt Quetelet: »Les phases de l'existence du moindre puceron, du plus chétif insecte sont liées aux phases de l'existence de la plante qui le nourrit; cette plante elle-même, dans son dévelloppement successif, est en quelque sorte le produit de toutes les modifications anterieures du sol et de l'atmosphère. Ce serait une étude bien interessante que celle qui embrasserait à la fois tous les phénomènes périodiques soit diurnes, soit annuels; elle formerait à elle seule une science aussi étendue qu'instructive.«

[11]) Die Untersuchungen von de Gasparis haben ferner das bemerkenswerthe Resultat ergeben, dass die verschiedenen Getreidesorten an denjenigen Orten korn- und strohreicher sind, wo die Temperatursumme, welche zum Reifen erforderlich, die höchste ist, im Gegensatze zu jenen Gegenden, wo eine geringere Erwärmung in kurzer Zeit hinreicht, die betreffenden Pflanzen zum Reifen zu bringen. Vergl. de Gasparis, Influence de la chaleur sur les progrès de la vegetation. Compt. rend. XL, p. 1089—1097.

W. Lachmann hat nach 30jährigen Beobachtungen an 24 Pflanzen Untersuchungen über die Vegetationsentwicklung und ihre Abhängigkeit von einzelnen klimatischen Einflüssen angestellt. Er gelangt zu dem Resultate, dass man sich die Pflanzenevolution nicht lediglich von der Ausdehnung und Zusammenziehung der Zellen, Zellengruppen und Säfte durch Einwirkung der zu- und abnehmenden Wärme zu denken habe; sondern dass man sich die Pflanze als eine organisirte Maschine vorstellen müsse, in welcher die bekannten Agentien chemisch vitale Processe hervorrufen, wodurch eben die Entwicklung bewirkt werde. Vergl. Jahresbericht d. schlesisch. Gesellschaft für vaterl. Cultur 1855, S. 32 u. ff.

Es ist hier noch der Ort, des mächtigen Einflusses der Temperatur auf die physiologische Entwicklung des Embryos zu gedenken. Die so selten auftretende Umlagerung der Eingeweide kann, wie Dareste nachgewiesen, bei den Vögeln dadurch künstlich hervorgerufen werden, dass man bei ziemlich niedriger Lufttemperatur das Ei nur an einem einzigen Punkte seiner Oberfläche erwärmt. Diese künstliche Verlegung des Herzens an die rechte, der Leber an die linke Seite, gehört zu den merkwürdigsten Entdeckungen der neuesten Zeit und correspondirt in Beziehung auf ihre physiologische Wichtigkeit mit der Entdeckung Voit's, dass der abgetragene Gehirntheil einer jungen Taube nach fünf Monaten wieder nachzuwachsen und das

Thier in seinen normalen Zustand zurückzukehren begann. Vergl. Comptes rendus 1868, Sitzung vom 24. August.

[12]) Kölliker, Ueber die Darwin'sche Schöpfungstheorie in der Ztschft. f. wissensch. Zoologie, Bd. 14, S. 174 u. ff.

[13]) Vergl. Hilgendorf's Untersuchungen im Julihefte der Monatsberichte d. Pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1866; Quenstedt, Hdbch. d. Petrefactenkunde, 2. Aufl. S. 490; Cotta, Geologie der Gegenwart S. 201.

[14]) Schmarda, Verbreitung d. Thiere in Behm's Jahrbuch 1868, S. 224.

[15]) Kölliker, in der Ztschrft. f. wissensch. Zoologie, Bd. 14, S. 177.

[16]) Murray, the geographical Distribution of Mammals. London 1866.

[17]) Perier, Essai sur les croisements ethniques in den Mémoires de la société d'Anthrop. 1861, Livr. 1 u. 2.

[18]) Bulletin de la Soc. d'Anthr. 1860, T. I. 2. p. 255.

[19]) Darwin, Entst. d. Art. v. Bronn, S. 286.

[20]) Athenäum Bd. I. Hft. 3. S. 439—530.

[21]) Kerner, Cultur der Alpenpflanzen. Innsbruck 1864.

[22]) Fabre, Des Aegilops du midi de la France. Vergl. Verhdlg. d. naturh. Vereins der pr. Rheinl., X. Jahrgang, S. 152 u. ff. Vergl. auch Comptes rendus, Vol. 47, pag. 124—126.

[23]) Uebersicht der Arbeiten der schlesischen Gesellschaft f. vaterl. Cultur 1839, S. 127 u. ff.

[24]) Behm's Jahrbuch II. Bd. 1868, S. 257.

[25]) Schaaffhausen, Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten in d. Verhdlg. d. naturh. V. d. pr. Rhld., X. Jahrg. S. 420 u. ff.

[26]) Häkel, Natürl. Geschichte d. Schöpfung, S. 192.

[27]) Soeben bringt übrigens die Zeitschrift »Der zoologische Garten« die Mittheilung, dass der europäische Kuckuck bisweilen brütet, wie dies von einem zuverlässigen Beobachter constatirt worden ist.

[28]) Häkel, a. a. O. S. 530.

[29]) Maudsley, Die Physiologie und Pathologie der Seele. Deutsch von Böhm. Würzburg 1870. S. 38.

## Die Vertheilung der Organismen auf der Erdoberfläche.

Wir haben gesehen, wie es bei Darwin hauptsächlich das Princip der natürlichen Zuchtwahl ist, das im Kampfe ums Dasein die Entstehung neuer Arten, überhaupt die Differenzirung der Organismen an der Erdoberfläche hervorruft, und wie es, dieses Princip bis zu genügenden Grenzen ausgedehnt, möglich ist, die Entstehung der Arten durch allmälige Abzweigung von gewissen supponirten Grundformen zu begreifen. Sehen wir nunmehr zu, wie es aus den Gesichtspunkten Darwin's mit der Vertheilung der Arten bestellt ist.

„Bei Betrachtung der Verbreitungsweise der organischen Wesen über die Erdoberfläche,“ sagt Darwin[1]), „besteht die erste wichtige Thatsache, welche uns in die Augen fällt, darin, dass weder die Aehnlichkeit, noch die Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden aus klimatischen und aus physikalischen Bedingungen erklärbar ist. — Als zweite allgemeine Thatsache fällt uns auf, dass Schranken verschiedener Art oder Hindernisse freier Wanderung mit den Verschiedenheiten zwischen Bevölkerungen verschiedener Gegenden in engem und wesentlichem Zusammenhange stehen. — Eine dritte grosse Thatsache, zum Theil in den vorigen mitbegriffen, ist die Verwandtschaft zwischen den Erzeugnissen eines nämlichen Festlandes oder Weltmeeres, obwohl die Arten verschiedener Theile und Standorte desselben verschieden sind. — Wir erkennen in diesen Thatsachen ein

tiefliegendes organisches Band, in Zeit und Raum vorherrschend über gegebene Land- und Wasserflächen, unabhängig von ihrer natürlichen Beschaffenheit. Der Naturforscher müsste nicht sehr wissbegierig sein, der sich nicht versucht fühlte, näher nach diesem Bande zu forschen."

„Dieses Band besteht nach meiner Theorie lediglich in der Vererbung [2]), derjenigen Ursache, welche allein, soweit wir Sicheres wissen, gleiche oder ähnliche Organismen, wie die Varietäten sind, hervorbringt. Die Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden wird der Umgestaltung durch natürliche Züchtung und, in einem ganz untergeordneten Grade, dem unmittelbaren Einflusse äusserer Lebensbedingungen zuzuschreiben sein. Der Grad der Unähnlichkeit hängt davon ab, ob die Wanderung der herrschenderen Lebensformen aus der einen Gegend in die andere rascher oder langsamer in späterer oder früherer Zeit vor sich gegangen; er hängt von der Natur und Zahl der früheren Einwanderer, von deren Wirkung und Rückwirkung im gegenseitigen Kampfe ums Dasein ab, indem, wie ich schon oft bemerkt habe, die Beziehung von Organismus zu Organismus die wichtigste aller Beziehungen ist. Bei den Wanderungen kommen die oben erwähnten Schranken wesentlich in Betracht, wie die Zeit bei dem langsamen Processe der natürlichen Züchtung. Weit verbreitete und an Individuen reiche Arten, welche schon über viele Mitbewerber in ihrer eigenen ausgedehnten Heimath gesiegt, werden beim Vordringen in neue Gegenden die beste Aussicht haben, neue Plätze zu gewinnen. Unter den neuen Lebensbedingungen ihrer späteren Heimath werden sie häufig neue Abänderungen und Verbesserungen erfahren; sie werden den anderen noch überlegener werden und Gruppen abändernder Nachkommen erzeugen. Aus diesem Princip fortschreitender Vererbung mit Abänderung ergiebt sich, wie es zugeht, dass Untersippen, Sippen und selbst ganze Familien, wie es so gewohnter und anerkannter Maassen der Fall ist, auf gewisse Flächen beschränkt erschienen."

Moritz Wagner findet, dass hier wie überhaupt bei den Entwicklungen Darwin's, der Migration eine viel zu geringe

Bedeutung beigelegt werde, während sie doch thatsächlich von dem allergrössten Einflusse sei. „Ich glaube," sagt der Münchener Akademiker[3]), „dass Darwin's Transmutationstheorie noch eine wesentliche Lücke enthält und dass zu einer befriedigenden Erklärung derselben noch ein anderes, wichtiges Naturgesetz gehört, welches ich das Migrationsgesetz der Organismen nennen will. Das Darwin'sche Buch giebt uns keinen bestimmten Aufschluss, weder über die äussere Ursache, welche zu einer Steigerung der gewöhnlichen, individuellen Variabilität, also zur beginnenden Zuchtwahl den ersten Anstoss giebt, noch über die Bedingung, welche neben einem gewissen Vortheil in der Concurrenz des Lebens die Erhaltung der neuen Merkmale nothwendig macht. Diese Bedingung erfüllt nach meiner Ueberzeugung nur allein die freiwillige oder passive Wanderung der Organismen und die von den geographischen Verhältnissen wesentlich abhängige Bildung isolirter Colonien, welche unter günstigen Umständen die Heimath neuer Species begründen."

Diesen Einfluss des »Migrationsgesetzes« weist nun Wagner an einer Reihe von Beispielen specieller nach. Er zeigt, wie für Arten mit sehr limitirter Beweglichkeit schon schmale Schranken eine scheidende Grenze bilden; wie eine bestimmtere und ausgedehntere Artentrennung durch Hochgebirge stattfinde u. s. w. Die von Wagner gegebenen Beispiele liessen sich übrigens noch sehr leicht vermehren. Man könnte beiläufig an die ausserordentlich kleinen Verbreitungsbezirke vieler Thiere auf manchen, selbst sehr nahe aneinander liegenden Südseeinseln erinnern. In Südamerika kommen verschiedene Affen in scharf geschiedenen Bezirken vor, die nur durch Flüsse getrennt sind [4]), und eine ähnliche Localisirung ist durch die in vielen Beziehungen so überaus wichtige Reise, die Agassiz an den Amazonenstrom unternommen, für die Fische dieses ungeheuren Süsswassermeeres nachgewiesen worden. Der ausgezeichnete Forscher W. Bates ist bezüglich der Insecten in dem 600 Meilen langen Flussthale des Amazonenstromes zu analogen Resultaten gelangt [5]). Wallace bemerkt, dass die Insel Morotai nordöstlich von Dschilolo

bezüglich ihrer Fauna recht bemerkenswerthe Unterschiede mit letzterer darbiete. Man kennt dort gegenwärtig 56 Arten Landvögel, von denen ein Königsfischer (Tanysiptera doris), ein Honigsauger (Tropidorhynchus fuscicapillus), und ein grosser, krähenähnlicher Staar (Lycocorax morotensis) ganz verschieden von den verwandten Arten Dschilolo's sind. Die Insel ist korallinisch und sandig und sie muss schon in sehr entlegener Zeit von Dschilolo getrennt worden sein. Gleichzeitig ergiebt sich aber auch, dass eine Meeresstrasse von 25 englischen Meilen Breite bisweilen genügen kann, um die Verbreitungssphäre von Vögeln, die eine bedeutende Flugkraft besitzen, zu hemmen.

Die Bildung einer neuen Varietät, oder nach Darwin, einer beginnenden Art, wird im Sinne der Wagner'schen Annahme nur da eintreten können, wo einzelne Individuen, indem es ihnen unter ausnahmsweisen Bedingungen gelingt, die Schranken ihrer gewöhnlichen Verbreitungssphäre zu überschreiten, — sich von ihren Artgenossen lange Zeit hindurch räumlich absondern. Wo zahlreiche Individuen der gleichen Art beständig nachrücken, wird durch unablässige Durcheinanderkreuzung die Entstehung einer neuen Art gefährdet. „Die »Existenz zahlloser Mittelformen« [6]) darf man aber keineswegs erwarten, wenn bei Isolirung ausgewanderter Individuen die Zuchtwahl unter dem Einflusse veränderter Lebensbedingungen in einer bestimmten Richtung fortwirkt. Bei ungestörter isolirter Züchtung der Colonisten müssen die organischen Veränderungen, welche sich stets den umgebenden Verhältnissen anzupassen trachten, durch eine Reihe von Generationen sich nothwendig summiren. Viele Mittelformen können sich nur da erhalten, wo der neue Standort der Colonisten nicht durch natürliche Schranken oder grosse räumliche Entfernungen gegen häufige Invasionen älterer Stammgenossen geschützt ist. Finden solche Invasionen nur selten und in geringer Zahl statt, dann wird die Varietät oder beginnende Art in ihrer Bildung — besonders wenn letztere schon weit genug vorgeschritten ist — nur wenig gestört werden." Wagner bringt eine Reihe von Beispielen, welche in der That den Einfluss der von ihm hervorgehobenen zeitweisen Trennung

der Artgenossen sehr instructiv zeigen. Wo der Hund z. B. Hausthier ist, war es dem Menschen leicht, eine ungemeine Formverschiedenheit der Hunderassen zu erlangen, weil er deren Zuchtwahl in der Hand hatte. Im türkischen Asien hingegen, wo die religiöse Anschauung verbietet, den Hund, als unreines Thier, ins Haus aufzunehmen, macht die ungehinderte Paarung nicht nur die Bildung neuer Rassen, sondern auch die Erhaltung importirter fremder Rassen unmöglich. Der gleiche Fall wiederholt sich im tropischen Amerika, wo das Klima den Menschen veranlasst, die Hunde frei umherlaufen zu lassen. Die Gewohnheit der nächtlichen Wanderungen der Katzen ist die Hauptursache, weshalb es niemals gelungen ist, verschiedene Katzenrassen zu züchten. Wagner meint, dass auch der Mensch in seinen ersten Entwicklungsperioden unter dem Einflusse des Migrationsgesetzes und bei der grösseren Möglichkeit vollständiger Isolirung sich leicht aus einer einzigen Stammrasse in die verschiedenen Unterrassen abändern konnte. Ueberhaupt formulirt der Münchener Gelehrte seine Ansichten über die Entwicklung der Organismen in folgenden Sätzen:

1. Je grösser die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche vereinzelte Individuen beim Einwandern in einem neuen Gebiet fanden, desto intensiver muss die jedem Organismus innewohnende individuelle Variabilität sich äussern.
2. Je weniger die mit dieser gesteigerten individuellen Veränderlichkeit beginnende Zuchtwahl durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer derselben Art, oder durch die Concurrenz mit anderen sehr nahe verwandten Arten gestört wird, desto häufiger wird der Natur die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. h. einer »beginnenden Art« gelingen.
3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Inzucht einer beginnenden Varietät von Colonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung

mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine Art entstehen."

Fasst man alles vorhin Gesagte zusammen, so ist es wohl möglich, dass die Darwin'sche Theorie ausreicht, um die Vertheilung der Organismen an der Erdoberfläche zu erklären, besonders wenn man mit Forbes und Murray annimmt, dass die Einwanderungen in die späteren Gebiete, durch einst bestandene Continente und Inseln, gleichsam wie durch natürliche Brücken wirksam unterstützt wurden. Darwin ist freilich dieser letzteren Ansicht nicht und die Gründe, welche er zur Motivirung seiner Meinung beibringt, haben Mancherlei für sich. Murray glaubt auch, dass die Migration nach Darwin (durch Luft- und Meeresströmungen, durch Ueberführen anderer Thiere, durch Treibholz etc.) die auf den sicheren Agentien des Erdenlebens und der Organe der Locomotion beruhe, den Vorzug verdiene, wenn nicht das Bedenken entgegenstände, dass eine Einwanderung einzelner Individuen oder in zu kleiner Zahl fruchtlos bleibe [7]. Inwieweit dieses letztere Bedenken gegründet ist, liesse sich nur durch eine sehr in Einzelheiten gehende Untersuchung mit einiger Wahrscheinlichkeit entscheiden. Wir unsererseits gelangen zu dem Resultate, dass neben den von Darwin herbeigezogenen Ursachen auch diejenigen Umstände, welche Forbes und Murray anführen, wenngleich diese letzteren in untergeordneterem Grade, wirksam waren, um diejenige Vertheilung der Organismen an der Erdoberfläche hervorzubringen, welche wir gegenwärtig finden [8].

In welcher Weise das periodische Auftreten grosser Kälteperioden oder der sogenannten Eiszeiten auf die geographische Vertheilung der Organismen, besonders der pflanzlichen, eingewirkt, hat Darwin in der neuesten Auflage seines Werkes über die Entstehung der Arten mit hinreichender Ausführlichkeit geschildert, so dass es vollkommen überflüssig erscheint, hier darauf zurückzukommen.

Von der Darwin'schen Theorie ausgehend, erklärt sich die so überaus verschiedenartige, aber immer durch Armuth der

Arten charakterisirte Fauna und Flora der Inseln ungezwungen, ja die organische Bevölkerung giebt dann wichtige und sichere Resultate über die Vertheilung des Starren und Flüssigen gewisser Regionen in vergangenen Epochen. Dieser Weg ist in der neuesten Zeit mit Glück vielfach eingeschlagen worden, um den anfänglichen Zusammenhang gegenwärtig getrennter Inseln und Continente, die geographische Lage längst versunkener Festländer, zu erforschen. Man darf der heutigen Wissenschaft Glück wünschen zu solchen Resultaten, aber der Forscher muss sich stets wieder daran erinnern, dass er hier auf einem Gebiete arbeitet, wo täuschende Analogien vorzugsweise leicht zu den grössten Trugschlüssen verleiten und weit ab von der Erkenntniss der Wahrheit zu führen vermögen.

---

## Anmerkungen.

---

[1]) Die Entstehung d. Arten. Deutsch von Bronn. S. 353.

[2]) A. a. O. S. 357.

[3]) M. Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868, S. 4. Uebrigens ist die Bedeutung der Umstände, auf welche Wagner den Hauptnachdruck legt, keineswegs von Darwin übersehen worden, wie der Münchener Gelehrte zu glauben scheint. Viele Stellen in Darwin's Buche über die Entstehung der Arten beweisen dieses.

[4]) Man sehe A. Wallace, Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro. London 1853.

[5]) W. Bates, Contributions to an Insect Fauna of the Amazon Valley. Lepidoptera. Heliconidae. Transact. Linnean soc. of London XXIII, p. 495 u. ff. Doch macht der scharfsinnige Forscher auch darauf aufmerksam, dass die Einwirkung physikalischer Verhältnisse keineswegs immer allein ausreicht, den Ursprung der Localvarietäten zu erklären; ebenso könnten jene Rassen aber auch nicht durch Zufall in einer Generation oder durch einmaliges Variiren in jedem einzelnen Falle entstanden sein. Bates ist daher geneigt, anzunehmen, dass hier noch andere Umstände wirksam seien, die, in bestimmten Richtungen thätig, schliesslich Formen producirten, die von ihren Stammeltern und Schwesterformen gleich auffallend sich unterschieden. In dieser Beziehung seien die insectivoren Thiere von grösster Bedeutung, welche allmälig gewisse Spielarten und Varietäten vertilgten.

[6]) Wagner a. a. O. S. 41.

[7]) Man vergleiche den geistvollen Artikel Schmarda's in Behm's Jahrbuch II, S. 226 u. ff.

[8]) Leider sind unsere Kenntnisse von der geographischen Vertheilung der Organismen insofern äusserst mangelhaft, als wir von den Organismen in der Tiefe des Meeres und ihrer Vertheilung nur wenig Genaueres wissen. Milne Edwards glaubt, dass man dereinst aus den tieferen Regionen des Meeres noch manche Arten heraufheben werde, die gegenwärtig als ausgestorben bezeichnet werden. Diese Meinung stützt sich auf eine sorgsame Untersuchung von Mollusken aus Tiefen von 1000 bis 1500 Faden, welche mit fossilen Arten der jüngsten Formationen identisch sind. Vergl. Comptes rendus 1861, LIII, p. 88, und Annales nat. hist. VIII, p. 270. Gwyn Jeffreys hat (Ann. nat. hist. VIII, p. 297) aus der Verbreitung der Mollusken in der Nordsee und den angrenzenden Meeren den Schluss gezogen, dass der nördlichere Theil des Meeres zwischen England und Skandinavien erst nach der Eiszeit entstanden sei, sowie dass überhaupt ein Theil von Nordamerika in einer verhältnissmässig neuen Epoche mit Europa verbunden war. Dies ist übrigens schon aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich, doch glaubt R. M'Andrew (Ann. hist. nat. VIII, p. 433), dass die Vertheilung der Mollusken hierfür nichts beweise, vielmehr seien für diese in den europäischen Meeren fünf verschiedene Provinzen anzunehmen: a) die arktische, b) die subarktische bis 55 ° N. Br., c) die keltische bis zum Busen von Viskaya, d) die kantabrische oder lusitanische an der Nordküste Spaniens und der Westküste Portugals, e) die mittelländische an den spanischen und portugiesischen Küsten bis Cap Vincent und längs der atlantischen Küste von Marokko. Nach den Untersuchungen von Jeffreys finden sich mehrere Arten (Axinus ferruginosus, Poromya granulata, Neaera abbreviata, costellata, Cylichna acuminata) gleichzeitig bei den Hebriden und im Mittelmeere, fehlen dagegen den zwischenliegenden Meeren ganz (Ann. nat. hist. 18, p. 387). Die merkwürdigen Resultate der Schleppnetzuntersuchungen in den Meeresregionen nördlich von den britischen Inseln, welche Carpenter und Thomson ausgeführt haben, und über die sich in den Proceedings of the Royal Society 1868, No. 107 ein vorläufiger Bericht findet, lassen klar das Fragmentarische unseres Wissens über das Leben in den Tiefen des Oceans erkennen. Man darf kühn behaupten, dass sich an die Fortsetzung und Ausdehnung

analoger Sondirungen das höchste wissenschaftliche Interesse, eine Menge von Entdeckungen und mannigfache Berichtigungen bisheriger irrthümlicher Ansichten knüpfen werden.

»Die Gesammtresultate der neueren Untersuchungen mittels des Schleppnetzes,« sagt W. B. Carpenter, »haben die Richtigkeit jenes Schlusses bewiesen, den bereits früher D. Wallich aus beschränkteren Resultaten gezogen hatte: dass in Tiefen, welche bisher allgemein für azorisch oder von Thieren eines sehr niedrigen Typus bewohnt galten, eine mannigfaltige und reiche submarine Fauna existire. Ebenso wurde auch der vollkommene Gegenbeweis gegen jene Ansicht geliefert, welche D. Wallich mit aller Macht bekämpfte: dass ein gewisser hydrostatischer Druck höheren Formen des animalischen Lebens nachtheilig, ja für dieselben gradezu vernichtend sein müsse.« — »Wir waren im Rechte, auf Grundlage der von Milne Edwards am mittelländischen Kabel und der von M. Sars jun. mittels des Schleppnetzes gemachten Erfahrungen die vertrauensvolle Erwartung auszusprechen, dass die systematische Untersuchung des Meeresgrundes in weit grösseren Tiefen als solche, die in der Nähe der Küste vorkommen, über manche Formen des animalischen Lebens Licht verbreiten werde, die entweder ganz neu in der Wissenschaft sind oder bisher nur auf bestimmte Localitäten beschränkt oder bloss früheren geologischen Epochen angehörig gedacht wurden. Ein und derselbe Zug mit dem Schleppnetze brachte an einer gewissen Localität Exemplare von höchstem Interesse zum Vorschein, welche jeder dieser erwähnten Kategorien angehörten.« — »Eine allgemeine Vergleichung der Faunen mit verschiedenen Localitäten, welche wir zu untersuchen Gelegenheit hatten, scheint den Schluss zu gestatten, dass die Vertheilung des maritimen animalischen Lebens abseits von der Küstenzone mehr von der Temperatur als von der Tiefe des Wassers abhängt. So bemerken wir ein Vorherrschen nordbritischer Typen nicht bloss an der südlichen, sondern auch an der nördlichen Seite jenes tiefen Thales, welches die Faröer Bänke von der Küste Schottlands trennt, sowie in der warmen Region des Thales selbst; ferner sehen wir bis ungefähr in die Breite der Faröer eine geringe Beimengung ausschlieslich skandinavischer und borealer Formen, hingegen die Anwesenheit einer grösseren Menge derselben an der seichten Bank, die sich in der kalten Strömung befindet, eine noch grössere Zahl borealer Formen in den tieferen und kälteren Gewässern dieser Strömung, und (im schlagenden Gegensatze hierzu) beobachten wir

wenige Meilen davon entfernt in gleicher Tiefe, aber in der warmen Region, das Vorhandensein von Formen, welche bisher bloss als Bewohner wärmerer, gemässigter Meere bekannt waren. Alles dies zeigt die innige Verwandtschaft zwischen geographischer Vertheilung und Temperatur.« — »Die Resultate unserer Untersuchungen bestätigen vollkommen alle auf Grundlage früherer Sondirungen gemachten Angaben über das Vorhandensein eines sehr ausgedehnten Stratums kalkigen Schlammes auf dem Grunde des nordatlantischen Oceans, welcher zum Theil aus lebendigen Globigerinen, zum Theil aus zerriebenen Schalen früherer Generationen besteht, zum Theil aus den Coccolithen des Professor Huxley und den Coccosphären des Professor Wallich nebst einer wechselnden Beimengung anderer Bestandtheile zusammengesetzt ist. Sie deuten ferner darauf hin, dass das Vorwiegen dieses Depositums mit einer Temperatur des Seebodens von 45 ° F. und mehr in Verbindung stehe, welche nördlich von lat. 56 ° wohl nur dem Einflusse des Golfstroms zuzuschreiben ist.« (Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt XXI, S. 451 u. ff.)

Die Schleppnetzuntersuchungen von Carpenter und Thomson haben die früheren Schlüsse Huxley's bestätigt, dass die Coccolithen und Coccosphären in einem lebenden Stratum von protoplasmatischer Substanz eingebettet sind, das wegen seiner Formlosigkeit als Typus tiefer steht als die Spongien und Rhizopoden und dem der grosse Anatom den Namen Bathybius beilegte. Wie das Material für dieses Protoplasma sowie jenes für die Globigerinen in jenen Tiefen zu Stande kommt, entzieht sich gegenwärtig jeder Erklärung.

Die eigene Aehnlichkeit des eben genannten und über sehr grosse Flächenräume ausgedehnten kalkigen Depositums mit der grossen Kreideformation, worauf schon Barley, Huxley, Wallich und besonders Sorby hingewiesen, sowie die vollständige Abhängigkeit derselben von der ungeheuren Entwicklung der niederen Formen des organischen Lebens, ist wie die Auffindung einer reichen Mannigfaltigkeit höherer animalischer Typen in demselben, unter denen viele in hervorstechender Weise denen der Kreidezeit angehören, von höchster Wichtigkeit. Wenn diese letzte Thatsache, wie zu vermuthen steht, sich bestätigt, so folgt daraus, dass die Ablagerung des Globigerinenschlammes von der Kreidezeit bis zur Gegenwart ununterbrochen fortdauerte und daher dieser Schlamm nicht bloss eine Kreideformation, sondern eine fortgesetzte Kreidebildung vorstellt, so dass wir sagen könnten, wir leben noch immer in der Kreidezeit. Es hat sich

ferner aus den Schleppnetzuntersuchungen ergeben, dass innerhalb einer Entfernung von wenigen Meilen in der nämlichen Tiefe und auf demselben geologischen Horizonte zwei Ablagerungen vorhanden sein können (indem das Areal der einen jenes der anderen durchdringt), deren mineralogische und zoologische Charaktere vollständig verschieden sind, eine Verschiedenheit, die der Richtung der Strömungen, welche das Material herbeiführen, und der Temperatur der zuströmenden Wasser zugeschrieben werden muss. Würde die kalte und warme Region dereinst trockengelegt, so würde die Untersuchung der darauf sich vorfindenden Ablagerungen einen Geologen auf ganz verschiedene klimatische Verhältnisse führen, von denen er annehmen müsste, dass sie zu verschiedenen Zeiten geherrscht hätten. Derselbe Geologe würde ferner in der Mitte des durch Hebung der kalten Region trockengelegten Festlandes einen über 1800 Fuss hohen Hügel finden, von demselben Sandsteine bedeckt wie das Festland, aus dem er sich erhebt, aber reich an animalischen Ueberresten einer gemässigteren Zone. Er würde hierdurch leicht zu dem Irrthume verleitet, die Existenz dieser zwei verschiedenen Faunen in verschiedenen Höhen über dem Boden auf zwei der Zeit und Beschaffenheit nach verschiedene Klimate zu beziehen, woher der Unterschied in der That durch verschiedene aber gleichzeitige klimatische Verhältnisse bedingt ist, die bloss wenige Meilen in horizontaler und 600 bis 700 Fuss in verticaler Richtung von einander entfernt sind. Mit Recht bemerkt Carpenter, dass man nicht genug die Wichtigkeit dieser Thatsachen mit Beziehung auf geologische und paläontologische Verhältnisse hervorheben könne, besonders rücksichtlich jener localen Faunen, welche für spätere geologische Epochen besonders charakteristisch sind.

Die Existenz äquatorealer und polarer Strömungen ist in allen geologischen Epochen, in welchen es tiefe, zusammenhängende Meere gab, eine Nothwendigkeit. Sobald nun durch Bewegungen des Bodens Aenderungen in der Richtung dieser Strömungen erfolgten, mussten auch die submarinen Klimate benachbarter Regionen bedeutende Veränderungen erleiden. Die Wirkung derselben auf die Faunen dieser Bezirke hing natürlich von der Grösse der Veränderungen ab; waren diese schnell und beträchtlich, so konnten sie dort das Erlöschen einer grossen Anzahl von Species herbeiführen, während andere in neue Localitäten von zuträglicherem Klima auswandern und jene Typen dort hinbringen konnten, welche an dem früheren Wohnorte

nicht mehr existiren konnten. So entstanden wahrscheinlich die Colonien von Barrande. Bei allmäligem Temperaturwechsel werden sich die meisten Species der vorhandenen Fauna den neuen Verhältnissen angepasst haben, indem sie in ihrer Structur und in ihren Gewohnheiten solche Veränderungen erlitten, die genügten, sie zu neuen Species umzugestalten, während sie so viele allgemeine Charaktere beibehielten, um als repräsentative Species zu gelten. (Vergl. Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt XIX, S. 460 u. ff.) — —

Es ist von der höchsten Wichtigkeit, dass die Ichthyologie endlich den hohen Standpunkt erreiche, welchen die Naturgeschichte der Säugethiere und Vögel bereits erreicht; trotz der ungeheuren Schwierigkeiten des Gegenstandes und der Lückenhaftigkeit des zur Zeit wissenschaftlich verarbeiteten Materials (eine Lückenhaftigkeit, welche Agassiz's grossartige Forschungen so recht fühlbar gemacht haben), darf man die Hoffnung hierzu nicht aufgeben. — Ueber die geographische Verbreitung vorzugsweise der Säugethiere handelt Pagenstecher in Weinland zoolog. Garten 1865, S. 280 ff. Man vergl. auch Poucheran, Sur les indications que peut fournir la Géologie pour l'explication des différences que présentent les faunes actuelles. Rev. et mag. de Zoolog. 1865, 17.

## Geologische Aufeinanderfolge der Organismen.

Von der geographischen Verbreitung der lebenden Organismen in der Jetztzeit gehen wir über zu ihrer chronologischen Aufeinanderfolge in der Vergangenheit. Wenn man in die Tiefen der Urzeit hinabsteigt, wenn man die paläontologischen Ueberreste, die „Denkmünzen der Schöpfung" mit wissenschaftlichem Blicke betrachtet, so muss sich hier der wahre Prüfstein für Darwin's Descendenztheorie finden. In der That, wenn es möglich wäre, die ganze lange Reihe der im Laufe der Jahrmyriaden emporgekommenen und wieder verwehten Organismenarten zu erkennen so würde dadurch sofort die Selectionstheorie bestätigt oder verworfen erscheinen; der grosse Plan, nach welchem alles Leben an der Erdoberfläche sich auf einander folgt, würde dem intellectuellen Erfassen durch den menschlichen Verstand ungemein nahe gelegt, wenn nicht gänzlich aufgedeckt werden. Allein solches Schauen in die Tiefen der Vergangenheit ist nur ein ideales, das niemals Realität gewinnen wird.

Seit um die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts zuerst der geniale Töpfer Bernhard Palissy mit Bestimmtheit aussprach, dass die von ihm gesammelten Petrefacten wirklichen, in der Vorwelt lebenden Wesen angehört hätten, bis herab zur Gegenwart, wo der riesenmässige Hydrarchus und der gefiederte Griphosaurus Alles in Bewegung versetzten, sind die allerverschiedenartigsten paläontologischen Ueberreste gefunden und methodisch

zusammengestellt worden. Genügen sie aber zu einem tieferen Einblicke für das Studium der Nacheinanderfolge des Lebens in der Vergangenheit? Diese Frage ist in ganz entgegengesetzter Weise beantwortet worden; und mit Recht, je nach dem Sinne, in welchem man sie auffasst. Darwin hat im zehnten Capitel seines Buches über die Entstehung der Arten ausführlich zu zeigen versucht, dass die geologischen Schöpfungsurkunden, welche unsere Museen aufbewahren, äusserst unvollkommen sind. „Wer diese Ansichten," sagt er zum Schlusse, „von der Beschaffenheit des geologischen Berichtes verwerfen will, muss auch meine ganze Theorie verwerfen. Denn vergebens wird er dann fragen, wo die zahllosen Uebergangsglieder geblieben, welche die nächst verwandten oder stellvertretenden Arten einst miteinander verkettet haben müssen, die man in den verschiedenen Stöcken einer grossen Formation übereinander findet" [1]). Diese Schlüsse des britischen Forschers sind sehr richtig, sobald es sich um Eingehen auf Specialitäten der Nacheinanderfolge der Organismenarten handelt. Bezüglich der fossilen Botanik äusserte der grosse Botaniker Joseph Dalton Hooker auf der Versammlung der britischen Naturforscher in Norwich [2]): „Auf diesem Gebiete vermögen wir gegenwärtig nur in der Finsterniss herumzutappen. Unter den Tausenden von Objecten, gegen die wir anstossen, gelingt es kaum hier und da, einige Analogien mit demjenigen zu entdecken, was wir anderwärts beobachtet haben; und wir ergreifen solche Aehnlichkeiten wie eine hilfreiche Hand, die uns zu den natürlichen Verwandtschaften geleiten soll. Von der grösseren Menge der Ueberreste wissen wir nichts Bestimmtes, und diejenige, die wir noch gar nicht zu deuten vermögen, ist noch ungemein gross." Was hier von den pflanzlichen Fossilien gesagt wurde, gilt in analoger Weise in mannigfachen Beziehungen auch von den animalischen, besonders jener der tiefer stehenden Arten. Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass bei der sehr fragmentarischen Erhaltung der meisten Fossilien der Deutung und Wiederherstellung des ganzen Organismus durch wissenschaftliche Ideenverknüpfung ein weiter Spielraum bleibt und in demselben Maasse die Erkennung allmäliger

Uebergänge erschwert wird[3]). Häkel weist ausserdem noch auf die Zufälligkeiten hin, welche gegenwärtig die Grenzen unserer paläontologischen Kenntnisse bestimmen; von sehr vielen wichtigen Versteinerungen kennt man nur ein einziges oder ein paar Exemplare[4]). Selbst bei den verhältnissmässig am besten erhaltenen Fossilien, bei den Ueberresten der grossen Landsäugethiere, ist die scharfe Charakteristik der speciellen Theile des Skeletts ungemein misslich und die Deutung verschiedener Reste, ob einer und derselben Species angehörend oder nicht, von der grössten Willkürlichkeit[5]). Wie ungenügend unsere Kenntnisse der organischen Wesen der Vorzeit sein müssen, beweist aber vielleicht am besten die Thatsache, dass die Zoologen und Botaniker noch sehr weit davon entfernt sind, auch nur die gegenwärtig existirenden organischen Wesen in Bezug auf wissenschaftliche Classification einigermaassen vollständig zu kennen. Ich erinnere in dieser Beziehung nur daran, dass noch vor Kurzem zufällig an der westlichen Küste von Neuseeland ein bis dahin völlig unbekanntes Wesen, ein fischartiges Beutelthier, erlegt werden konnte, von dem man bis dahin niemals eine Ahnung gehabt hatte, dass aber, selbst wenn es aus einer früheren Epoche der Erdentwicklung stammte, für die Darwin'sche Theorie von äusserster Wichtigkeit sein würde.

Nach alle dem kann man den Schlüssen Darwin's über das Fehlen der Uebergänge, wie bemerkt, beistimmen; allein, wenn man im Allgemeinen ganze Gruppen und grössere Zeitabschnitte herausgreift, so muss sich eine aufsteigende Reihe von niederern zu immer höheren Formen ergeben und gleichzeitig müssen die Abweichungen von den heutigen Organismenarten in dem Maasse grösser werden, als man sich von dem Hochmittage der Gegenwart in das dunkle Dämmerlicht der grauen Vergangenheit entfernt. Diese aufsteigende Reihe, ebenso wie die hervorgehobenen Abweichungen werden in der That durch die paläontologischen Funde angezeigt. Von der Gegenwart ausgehend, sind die Spuren der höchsten animalischen Formen, der Säugethiere, fortwährend an Zahl abnehmend bis in die Triasperiode nachgewiesen[6]). Die seltenen und schwierig zu bestim-

menden Reste von Vögeln sind mit Bestimmtheit nicht über den Solnhofer Schiefer des weissen Jura hinaus erkannt worden [7]). Amphibien sind bis in die jüngere Steinkohlenformation verfolgt worden, wo die Panzerlurche (Labyrinthodontia) den Uebergang zu den Fischen bilden und von dem scharfsinnigen Agassiz sogar zu diesen gezählt werden. Dennoch bleibt diese überaus merkwürdige Thierclasse noch im tertiären Gebirge von den Gebilden der Jetztzeit seltsam abweichend. Die Schmelzköpfe (Ganocephala Owen) aus den Steinkohlen zeigen durch das Fehlen des Hinterhauptscondylus, durch die unvollkommene Verknöcherung des inneren und die vollkommene des äusseren Skeletts, die Schwimmfüsse, Schuppen und Spuren von Kiemenbögen, nach Owen eine klare Stellung zwischen Fischen und Batrachiern. Die ersten vereinzelten Reste von Fischen finden sich im oberen Silur, wo die Kopfschilder von Pteraspis [8]) die ältesten bekannten Wirbelthierreste sind. Die seltsamen Fischformen des oberen Uebergangsgebirges erscheinen im Steinkohlengebirge schon ungemein eingeschränkt und den heutigen Gestalten genähert, bis in den Steinkohlen von Lebach bei Saarbrücken mit ihnen zusammen in den Archegosauriern die ersten Amphibien auftreten. Die unteren Silurschichten weisen Pflanzenthiere (Crinoideen) und Foraminiferen (Graptolithen) auf und das älteste bis jetzt bekannte thierische Petrefact, das Eozoon Canadense, wurde von Sir Logan unter dem Gneise der Laurentianschichten gefunden. Es ist wahrscheinlich gleichfalls eine Foraminiferenart. Bei Krummau in Böhmen und im bayerischen Walde haben v. Hochstetter und Gümbel in serpentinhaltigem Kalksteine zwischen krystallinischen Schiefern ebenfalls Reste von Eozoon entdeckt. Das kanadische „Morgenwesen" ist sonach das erste animalische Wesen, das heute mit Sicherheit erkannt ist [9]).

Die Anfänge der Pflanzenwelt reichen, soweit dies bis jetzt bekannt, in die Silurperiode zurück und finden sich, wenn die kieseligen Röhrchen der Platysoleniten, wie Ehrenberg annimmt [10]), wirklich pflanzlicher Natur sind, bis in die Taconichhen Schichten herab. Die ältesten Spuren vom Dasein ehemaligen organischen Lebens zeigen sich aber als Graphitlager in den

krystallinischen Schiefern, freilich ihrer individuellen Form nach durch den Metamorphismus zerstört, aber im Kohlenstoffe ihre organische Natur unverkennbar documentirend. In der Steinkohlenformation, bis zum Zechsteine, herrschen Farrn, Lepidodendren und Sigillarien vor, letztere das Hauptmaterial der unschätzbaren Steinkohle bildend. Lepidodendren scheinen vorzugsweise in den älteren Schichten der Kohlenlager verbreitet gewesen zu sein, später traten vorherrschend Sigillarien und in den obersten Abtheilungen hauptsächlich Coniferen an ihre Stelle. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die so wenig zahlreichen Familien jener Epoche bei weitem mehr Arten aufzuweisen haben, als es gegenwärtig in Europa der Fall ist: 250 Farrnspecies der Steinkohlenzeit kommen auf kaum 50 bei uns lebende.

„Das Vorherrschen der Akrogenen Kryptogamen finden wir heutiges Tages auch auf jenen kleinen pelagischen Inseln der äquatorealen und der südlichen gemässigten Zone, wo das Meerklima zu seiner höchsten Energie gekommen ist. Doch ist dieses Vorherrschen nicht so gross, dass es nun auch, wie während der Steinkohlenperiode, den Ausschluss der Phanerogamen bedingte. Darum (sagt Brongniart) scheint dieser vollständige Mangel der letzteren Pflanzenabtheilung in der Steinkohlenperiode mehr für die Idee einer stufenweisen Ausbildung des Pflanzenreichs zu sprechen[11]." In den Formationen des Trias und des Jura erhalten die nacktsamigen Dikotyledonen, die Coniferen und Cykadeen das Uebergewicht. Akrogene Farrn und Schachtelhalme laufen zwar noch fort, ohne jedoch jene an Menge zu erreichen. Dagegen fehlen nach Brongniart angiosperme Dikotyledonen noch vollständig und das Vorhandensein von Monokotyledonen ist noch ungemein beschränkt. In der Kreide treten die ersten Laubhölzer auf; die merkwürdigen Crednerien wurden schon im verflossenen Jahrhundert von Brückmann beschrieben. Die Tertiärepoche zeichnet sich durch grossen Reichthum von angiospermen Dikotyledonen und Monokotyledonen verschiedener Familien aus. Palmen reichen noch bis an die pliocene Zeit, auch die Mannigfaltigkeit der Dikotyledonen wird sehr gross, aber selbst in dieser letzteren Epoche treten Monokotyledonen noch

immer ziemlich vereinzelt auf. Indess in dem Maasse, wie man sich der Gegenwart nähert, schliesst sich die vorweltliche Flora der heutigen immer mehr an.

Nachdem wir so mit Brongniart einen flüchtigen Blick auf die zeitliche Nacheinanderfolge der vegetabilischen Welt in den verschiedenen Perioden der Urzeit geworfen haben, zeigt sich, dass hier ebensowohl, wie bei der Thierwelt, im Ganzen ein Emporkommen vom Niederen zum Höheren, oder vielmehr von den einfacheren zu den reicher gegliedertern Organismen unverkennbar ist. Allerdings finden sich noch mannigfache und bedauerliche Lücken, ja selbst Göppert, vielleicht der beste Kenner der fossilen Pflanzen, hält daran fest, dass die Nacheinanderfolge des vegetabilischen Lebens, soweit es die Forschung bis jetzt aufgedeckt habe, keinen Beweis zu Gunsten von Darwin's Theorie involvire. Allein der britische Naturforscher kann mit Recht darauf hinweisen, dass die Ergebnisse der Paläontologie keineswegs einen Widerspruch gegen seine Theorie enthalten bezüglich der allgemeinen Aufeinanderfolge der Organismen. Rechnet man hierzu alle jene Gründe, welche Darwin im zehnten Capitel seines Werkes gegen eine angenommene Vollständigkeit der paläontologischen Urkunden und zu Gunsten der Nothwendigkeit des Fehlens einer ungemeinen Menge von allmäligen Uebergängen der organischen Bildungen in einander beigebracht hat; so wird man vom philosophischen Standpunkte aus mit der Vorsicht, welche jeder aufrichtige Forscher niemals aus dem Gesichte verlieren darf, den Schluss ziehen können, dass die Resultate der Paläontologie keineswegs im Widerspruche mit der Selectionstheorie stehen. Aber nach unserer Ansicht darf man aus diesem Anschliessen der eingestandener Maassen mangelhaften Schöpfungsurkunden an die Forderungen der Darwin'schen Lehre keineswegs umgekehrt einen nachdrücklichen Beweis zu Gunsten der letzteren erkennen wollen.

Es ist hier noch der Ort, der Stellung des Menschengeschlechts rücksichtlich seiner physischen Entwicklung in der geologischen Vergangenheit zu gedenken. Noch ist kein halbes Säculum verflossen, als man, vorzugsweise auf Cüvier's grosser

Autorität fussend, einstimmig annahm, dass die Existenz unseres menschlichen Stammes nicht über die letzte Periode in der Erdentwicklung hinausrage. Heute hat eine vollständig entgegengesetzte Meinung Platz gegriffen. Dank den Bemühungen von Schmerling, Boucher de Perthes, den glücklichen Funden von Fuhlrott, Lartet und den genialen Untersuchungen einer grossen Anzahl der berühmtesten Paläontologen und Anatomen der Gegenwart, ist das Zurückreichen der Menschheit bis tief in die diluviale, vielleicht selbst in die tertiäre Epoche zu einer wissenschaftlich sichergestellten Thatsache geworden.

Es kann hier natürlich nicht bezweckt werden, eine specielle Darstellung und Kritik sämmtlicher bis jetzt gemachter „Funde" zu geben. Dazu ist schon deren Anzahl zu gross, und vor Allem kann sich eine wissenschaftliche Discussion über die Zulässigkeit gewisser einzelnen Folgerungen nur an Autopsie anknüpfen. Dagegen gehört es allerdings hierhin, die allgemeinen Resultate zu behandeln, welche aus der grossen Anzahl specieller Ergebnisse gezogen sind.

Im Allgemeinen hat man die vorhistorische Anwesenheit des Menschen aus Ueberresten einzelner Individuen und aus den Producten seiner Hand erkannt. Allerdings ist mit Recht häufig auf die grosse Schwierigkeit hingewiesen worden, welche gerade die richtige Erkenntniss derjenigen geologischen Periode mit sich bringt, aus der die (meist in Höhlen aufgefundenen) Menschenreste stammen. Indess kann es gegenüber der Menge wohl beobachteter und beschriebener Thatsachen keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der Urmensch in der That mit ausgestorbenen Riesenthieren der Vorzeit, dem Mastodon und Mammuth, dem Höhlentiger und dem Höhlenbären, zusammen gelebt habe. Auch die Thatsachen, welche den directen Kampf zwischen dem Menschen und den ausgestorbenen Riesenthieren beweisen, mehren sich von Tag zu Tag. Wenn man mit Recht nicht jede Verletzung, welche sich an den fossilen Knochen des Höhlenbären und des Riesenhirsches vorfinden, auf die Thätigkeit des Menschen zurückführen darf — da bereits im Jahre 1824 Prof. Nöggerath mit Recht die vielen kranken Knochen, besonders

des Höhlenbären, als Beweise der furchtbaren Kämpfe dieser Thiere untereinander hinstellte — so haben sich doch gegenwärtig eine Menge unzweifelhafter Zeugnisse angesammelt, welche den Kampf des Urmenschen wider die Thierwelt seiner Umgebung direct beweisen. Hierhin rechne ich unter Anderen den Schädel des Höhlenbären von Nabrigas, der an der Stirn von einem Steinpfeile durchbohrt ist, den von einem noch darin steckenden Steinpfeile durchbohrten Wirbelkörper eines jungen Rennthiers, den Lartet in der Höhle von Eycies fand, sowie den Schädel eines Riesenhirschen mit darin eingedrungener Streitaxt, welchen Major Wanshope entdeckte. Das Irrthümliche oder Ueberschwängliche der Ansichten scheint vielmehr da zu liegen, wo man die Zeiten jener Riesenthiere mit luxuriöser Freigebigkeit um unzählbare Jahrmyriaden hinter die flüchtige Gegenwart verlegt. Als Keller zuerst die Pfahlbauten im Züricher See auffand[12]) und sich dieser Entdeckung bald eine Reihe analoger anschlossen, galt es lange Zeit hindurch als ausschliesslich richtig, anzunehmen, dass diese grossartigen Seebauanlagen ein Alter besässen, welches sie weit hinter die Anfänge der historischen Ueberlieferung zurückschnellen würde. Noch Karl Vogt macht in seinen „Vorlesungen über den Menschen“ mit Ironie dieses angenommene hohe Alter gegenüber den Ansichten des um die Erforschung der Pfahlbauten verdienten Friedrich Troyon[13]) geltend. Gegenwärtig weiss man nach den Untersuchungen von Lindenschmit, dass zur Römerzeit eine Pfahlbauanlage bei Mainz im Rheine stand und bewohnt wurde; und wenn man auch den speciellen Zweck dieser Wasserdörfer nicht mit Sicherheit kennt, so sind doch heute die Archäologen darüber einig, dass die „Zeit der Pfahlbauten“ in die historische Epoche fällt. Vielfache Untersuchungen, besonders neuerdings diejenigen des alten Schussenweihers im Schwarzwalde[14]), haben es ausser Zweifel gestellt, dass der Mensch Zeuge der letzten Eiszeit war. Diese fällt geologisch ganz in die Diluvialepoche, und viele Naturforscher, unter ihnen Darwin, theilen die Ansicht, die letzte Eiszeit liege chronologisch um einen ungeheuren Zeitraum von Jahren hinter der Gegenwart. Solche Meinungen

haben eine gewisse Sanction erhalten durch die Theorien von Adhémar und James Croll, wonach die Eiszeiten Folgen periodisch wiederkehrender Anomalien in der Lage der Erdbahn repräsentiren. Adhémar reflectirt auf die Präcession der Nachtgleichen, in Folge deren die Absidenlinie der Erdbahn, wenn ihre mittlere Bewegung in der That nahe mit der gegenwärtigen (von 1° 42′ 49,3″ in 100 Jahren) zusammenfällt, in 21,000 Jahren den Umlauf um den ganzen Himmel vollenden und in der Hälfte dieses Zeitraumes abwechselnd die Winter der nördlichen und südlichen Erdhemisphäre um 8 Tage verlängern, die Sommer um den gleichen Betrag verkürzen wird. Das Maximum des günstigsten Standes fand für die nördliche Erdhalbkugel gegen die Mitte des dreizehnten Jahrhunderts statt. Adhémar schloss, dass sich in Folge der längeren Winter der betreffenden Halbkugel unseres Planeten dort ein fortwährendes Vergrössern der Eismassen kundgeben müsse; die oceanischen Wassermassen strömten in Folge dessen vorwiegend nach dieser Hemisphäre hin und erzeugten dort, gefrierend, eine Störung des Gleichgewichts der Rotationsaxe, die durch ein Oscilliren des Schwerpunktes des sphäroidalen Erdkörpers gegen den betreffenden Pol hin wieder aufgehoben werde. Diese Verschiebung des Schwerpunktes der Erde nach dem einen oder anderen Pole hin, findet nach Adhémar's Darstellung durch die oben angeführten Umstände bedingt, gewissermaassen pendulirend, im Verlaufe jener grossen Periode einmal statt und ihr folgend hat diejenige Hälfte unseres Planeten ihre Eiszeit, deren Pole der Schwerpunkt näher liegt, als dem entgegengesetzten. Aber Adhémar's Entwicklungen, die gegenwärtig noch unter manchen Geologen leider! Anhänger besitzen, sind Phantasiegebilde, die sich in den exacten Rechnungen Mädler's keineswegs bewährt haben. In der That, nimmt man mit diesem berühmten Astronomen, um die im Sinne Adhémar's günstigsten Bedingungen zu substituiren, an, dass das feste Eis, welches den einen Pol in überwiegender Menge umlagere, die Gestalt eines parabolischen Rotationskörpers besitze; so ergiebt sich, wenn die Dichte des Eises 0,88, die der Erde (nach Baily) 5,69 von jener des Was-

sers beträgt und die Differenz der grössten Höhe der beiden Polareismassen mit $d$ bezeichnet wird, die Schwerpunktsverschiebung $s$ der Erde $= \frac{d}{381}$. Um demnach eine Verschiebung von 1780 Metern hervorzubringen, wie sie Adhémar fordert, müsste die Höhendifferenz der polaren Eismassen volle 91,5 Meilen betragen, während die höchsten Bergerhebungen über der Meeresfläche noch nicht den einundsechzigsten Theil dieses Betrages erreichen.

Die Schlüsse von James Croll über die Entstehung der Eiszeit durch säculare Variation der Excentricität der Erdbahn haben nicht mehr Grundlage wie auch Adhémar's Hypothese. Auf die Rechnungen von Stone gestützt, die ihrerseits wieder auf den Untersuchungen Leverrier's basiren, kommt Croll zu dem Resultate, dass innerhalb der letztverflossenen Million Jahre die Excentricität der Erdbahn zwei Epochen der Maxima aufweise; die eine falle in die Jahre 980,000 bis 720,000, die andere in den Zeitraum von 240,000 bis 80,000 vor der heutigen Jahresrechnung, und die letzte Eiszeit coincidire mit der zweiten soeben genannten Periode. Anderseits hat Stockwell [15]) eine Tafel der Excentricität der Erdbahn berechnet, aus der Schwankungen dieser Ellipticität innerhalb einer Periode von 1,450,000 Jahren folgen. Allein alle die Resultate sind insofern illusorisch, als die den Berechnungen zum Grunde liegenden und nur aus Beobachtungen bestimmbaren Grössen (Planetenmassen etc.) keineswegs jenen fast absolut zu nennenden Grad von Genauigkeit besitzen, der unumgänglich nothwendig ist, sobald es sich um Perioden von so unfassbar langer Dauer handelt wie die in Rede stehenden. Aber noch mehr. Bei allen Untersuchungen von Art der vorgenannten, wird der Weltraum als absolut leer betrachtet. Diese einschränkende Annahme ist nicht richtig, aber sie ist die einzige mögliche, da wir von der Dichte des die Himmelsräume erfüllenden Mediums nur wissen, dass sie ungemein gering ist. Wenn daher die Vernachlässigung der hieraus entspringenden Wirkungen für Zeiträume von einigen Jahrtausenden auch gestattet sein mag, so ist sie doch vollkommen unzulässig,

sobald Perioden von Millionen Jahren umfasst werden sollen. Die analytische Mechanik zeigt den Einfluss eines Widerstand leistenden Mittels in seiner allgemeinen Form. Bezeichnet $a$ die halbe grosse Axe der Bahn eines Planeten, $e$ das Verhältniss der Excentricität zu derselben, $n$ die Winkelgeschwindigkeit und allgemein $f\left(\frac{1}{a}\right)$ die Dichte des hemmenden Fluidums, so ergeben sich folgende Relationen:

$$\frac{d\,a}{a} = -\,2\,k\,a\,f\left(\frac{1}{a}\right)d\,n;\ \frac{d\,e}{e} = -\,k\,a\,f\left(\frac{1}{a}\right)d\,n$$

wo $k$ eine Constante. Hieraus folgt, dass durch den Widerstand eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums gleichzeitig abnehmen: die halben grossen Axen und die Excentricitäten der Planetenbahnen. Jede Rechnung also, die Perioden von ungemein langer Dauer umfassen soll und auf diese Wirkungen des Aethers nicht Rücksicht nehmen kann (weil alles positive Wissen über seine physischen Verhältnisse fehlt), ist in ihren Grundlagen nicht sicher und kann daher keineswegs zugelassen werden. Die Theorie Croll's ist aber auch schon aus dem Grunde unhaltbar, weil es schwer denkbar bleibt, dass so geringe Veränderungen der Excentricität der Erdbahn auf einen so ungeheuren Zeitraum vertheilt, noch eine nachweisbare Wirkung hervorbringen sollen.

Lyell hat zuerst darauf hingewiesen, dass die Kälteperioden nicht kosmischen, sondern rein tellurischen Ursachen zugeschrieben werden müssen, dass sie bedingt sind durch die ungleiche Vertheilung des Starren und Flüssigen. Wäre es nothwendig, so könnte an dieser Stelle aus Meech's [15]) scharfsinniger, mathematischer Analyse, auf bestimmte thermometrische Zahlenwerthe gestützt, der Nachweis geführt werden, dass die gegenwärtige Vertheilung des Continentalen zu beiden Seiten des ungeheuren Längenthales des Atlantischen Oceans Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen unter gleichen Parallelkreisen bedingt, die denjenigen entsprechen, welche eine um die Hälfte stärkere oder geringere Wärmestrahlung der Sonne erzeugen würde.

Weil aber die ungleiche und wechselvolle Veränderung der Configuration der Erdoberfläche das Klima bedingt, weil allein

das Aufsteigen eines schmalen Inseldammes zwischen Grönland und der schottischen Küste die mittlere Jahrestemperatur des grössten Theiles von Europa um 10 bis 12 Grad erniedrigen würde, und weil solche physischen Veränderungen der Erdoberfläche durch plutonische Gewalten bedingt, unvorherbestimmbar sind, deshalb sind alle Altersbestimmungen der Eiszeiten illusorisch und ohne feste Basis. Wenn man aber die neuerlichst aufgefundenen Kunstproducte aus der Gletscherzeit untersucht, und wenn man gewisse andere Thatsachen, auf die wir zum Theil sogleich zurückkommen werden, damit in Zusammenhang bringt, so kann man im Allgemeinen vollkommen der Meinung des ausgezeichneten Forschers O. Fraas[17]) beipflichten, wenn dieser sagt: „Zu derselben Zeit, da sich in Europa Erscheinungen beobachten liessen, die jetzt nur noch dem hohen Norden eigen sind, zu derselben Zeit, da die Gletscher der Alpen zur Donau sich erstreckten, da Donau und Rhein aus gemeinsamer Eisquelle sich speisten, zu derselben Zeit waren auch noch Wälder am Parnass und Helicon, »darinnen die Unsterblichen wohnten,« und fette Weideplätze an den Ufern des Euphrat zu sehen. Einer Grundursache ist es zuzuschreiben, dass sich im Laufe der Zeit das Gleichmaass der Temperatur auf unserer Hemisphäre änderte. Mag sie nun heissen wie sie wolle, in Folge dieser Ursache schmolzen allmälig die Gletscher in Frankreich und Schwaben ab; es machte aber auch in Griechenland die Pinie der Standföhre und der Knoppereiche Platz und eben darum weht jetzt über die Trümmer Babylons der heisse Wüstenwind. Das Alter der schwäbischen Eiszeit und der Ansiedelung des Menschen am Ufer der Schussen weiter zurückzuverlegen als in die Blüthezeit des babylonischen Reiches oder in die Zeit von Memphis und seiner Pyramiden, dafür liegt auch nicht ein gültiger Grund vor.“ —

Nach dem Vorgange der nordischen Alterthumsforscher unterscheidet man gegenwärtig in der Urgeschichte des Menschen: die Stein-, Bronze- und Eisenperiode, welch' letztere erst sich den früheren Ansichten zufolge an die historische Epoche anschliesst. Das Unrichtige dieser Meinung in einzelnen speciellen

Fällen ist gegenwärtig meist anerkannt; allein die ungemein grossen, die Einbildungskraft bedrängenden Zahlen, welche man für das Alter der Steinzeit im Allgemeinen annahm, finden noch bei vielen Forschern Beifall. Boucher de Perthes hat im Thale der Somme bei Abbeville am Boden einer 26 Fuss mächtigen Torfschicht Feuersteinwerkzeuge und Elephantenknochen gefunden und unter Annahme eines Torfzuwachses von 1½ bis 2 Zoll im Jahrhundert, die Entstehungszeit jenes Moores auf 16,000 bis 21,000 Jahre berechnet; ähnlich leitete Morlot das Alter der Steinwaffen im Delta des Tinièreflusses zu 11,000 Jahre ab. Diese Berechnungen sind bekannt genug und haben lange Zeit dazu gedient, eine ungefähre Idee von der geringsten Ausdehnung der ungeheuren Zeiträume zu geben, die verflossen sein sollten, seit der Urmensch, mit selbst verfertigten, rohen Steinwaffen bewehrt, im Kampfe mit ausgestorbenen Ungeheuern des Waldes sein klägliches Dasein fristete. Professor Andrews aus Chicago hat kürzlich die beiden angeführten Localitäten aufs Neue untersucht und erhebliche Unrichtigkeiten in den überschläglichen Rechnungen von Perthes und Morlot überzeugend nachgewiesen. „Die von Boucher de Perthes gefundenen Zahlen," sagt Prof. Andrews [18]), „muss man sehr bedeutend reduciren, bevor sie die Anerkennung Derjenigen finden können, welche mit dem wirklichen Leben des Waldes vertraut sind. Der französische Alterthumsforscher bemerkt, dass er tief im Torfe der Somme zahlreiche Baumstümpfe gefunden habe, die noch an dem Orte, wo sie voreinst gewachsen waren, aufrecht standen. Es waren meist Birken und Erlen; die Stümpfe bisweilen 1 Meter hoch, meist aber niedriger. Da aber Baumstümpfe in einer feuchten Sumpfluft nicht lange unbedeckt stehen können, ohne abzusterben, so folgt, dass alle diejenigen, welche aufrecht stehend gefunden wurden, bis zu ihrem Gipfel vom Torfe überwuchert wurden, ehe sie Zeit hatten zu vermodern. Nähme man mit de Perthes einen Torfzuwachs von 1½ bis 2 Zoll im Jahrhunderte an, so würde daraus folgen, dass ein Baumstamm von 1 Meter Höhe 1950 bis 2600 Jahre unbedeckt gestanden, ehe der nachwachsende Torf seinen Gipfel erreicht und

seine fernere Erhaltung gesichert habe. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme ist einleuchtend. Selbst eine Eiche kann unter solchen Verhältnissen kaum 100 Jahre fortexistiren, von jedem anderen Baume (besonders von Birkenstämmen) verschwindet schon in weniger als 50 Jahren alle Spur. Nimmt man aber für die grössten Stämme eine Zeitdauer von 100 Jahren, so folgt hieraus, dass im Sommethale der Torfzuwachs stellenweise 1 Meter in diesem Zeitraum betrug." In jenen Mooren fand man in einer Tiefe von 6 Fuss römische Ueberreste und diese vermögen einige Anhaltspunkte zu einer genaueren Bestimmung zu liefern. Prof. Andrews erinnert daran, dass das geringe Wachsen des Torfes, wie es in europäischen Mooren beobachtet wird, sich nur auf Rasentorf bezieht, dass dagegen der Waldtorf unvergleichlich schneller wachse. Nimmt man mit diesem Gelehrten an, dass seit etwa 6 Jahrhunderten die Wälder aus dem Sommethale verschwunden sind, so konnte seit dieser Zeit nur mehr eine ungemein geringe Zunahme des Torfes stattfinden, die man füglich vernachlässigen darf. Jene 6 Fuss Torf würden sich demnach in 1200 Jahren gebildet haben, was einem Zuwachse von 6 Zoll in jedem Jahrhunderte entspricht. Legt man diese Zahl zum Grunde (und betrachtet die obige Zunahme von 3 Fuss im Jahrhundert als ausnahmsweises Maximum für einzelne Punkte), so findet sich das Gesammtalter der 26 Fuss dicken Torfschicht zu 5800 Jahren, eine Angabe, die weit wahrscheinlicher zu gross als zu gering sein dürfte. Ueber die Berechnungen Morlot's äussert sich Andrews in folgender Weise: „Der Fluss Tinière bringt jährlich eine Menge von Flusskies von den Bergen herab, den er in Form eines Kegels, oder richtiger eines Halbkegels, auf dem ebenen Plateau am Ufer des Genfer Sees ablagert. Eine Eisenbahn wurde durch den Kegel geführt, so dass ein Durchschnitt desselben fast bis zu seiner Basis freigelegt ward. Man fand den Kegel in Krümmungslinien, die mit seiner Oberfläche parallel liefen, fast regelmässig geschichtet. Etwa 4 Fuss unter der Spitze wurden in einer Schicht schwarzer Erde römische Alterthümer gefunden, 10 Fuss tief entdeckte man Bronzegegenstände und in einer Tiefe von 19 Fuss endlich, gleichfalls in einer

schwarzen Schicht, Ueberreste aus der Steinzeit. — Morlot's Berechnungsweise war folgende. Die totale Tiefe des Kegels beträgt 32½ Fuss, während die römischen Ueberreste sich in 4 Fuss Abstand von der Oberfläche fanden. Seit 200 bis 300 Jahren aber ist das weitere Anwachsen des Schuttkegels dadurch verhindert worden, dass der Fluss zwischen Dämme eingeengt wurde, was allem weiteren Ausstreuen von Kies über die Ebene ein Ziel setzte, der nun in den See geführt wird. Bei einer Annahme von 3 Jahrhunderten seit Anlegung der Dämme, bleiben 1300 bis 1500 Jahre für den Zeitraum vom Beginne der römischen Herrschaft bis zum Aufhören der Ablagerung durch Ausschütten von Kiesmassen. Es scheint nun, dass in diesem Zeitraume ungefähr 4 Fuss Kies sich anhäuften, was einem Zuwachse von 3,3 bis 4 Zoll im Jahrhundert entspricht. Indem Morlot diesen Werth als Maassstab nimmt und auf die ganze Ausdehnung des Kegels anwendet, erhält er für diesen ein Alter von 7400 bis 11,000 Jahren. Nur mit grossem Zagen muss ich diesen Schlüssen eines europäischen Gelehrten über seine eigene Heimath entgegentreten. Aber nachdem ich zweimal den Kegel mit grosser Sorgfalt untersucht und nachdem ich den Fluss und seine Thätigkeit bis eine englische Meile tief ins Gebirge hinein studirt habe, muss ich behaupten, dass sich ein eigenthümlicher Fehler in die Altersberechnung des Kegels eingeschlichen hat. Nimmt man nämlich an, dass der Fluss durchschnittlich in jedem Jahre gleich viel Kies mit herabbringt, so leuchtet ein, dass im ersten Jahre die Ablagerung auf der Ebene in Form eines konischen Haufens von geringer Breite, aber beträchtlicher Höhe erfolgte. Im zweiten Jahre wurde der Kies über die ganze Oberfläche des Kegels ausgeschüttet, die Schicht also breiter und daher dünner. Die Schicht des dritten Jahres wurde abermals breiter und entsprechend dünner. Hieraus folgt, dass die obersten Schichten die dünnsten von allen sein müssen, weil ihre Breite gleichzeitig die grösste ist. Indem nun Morlot seinen Maassstab von den obersten Schichten entnahm und ihn unverändert auf die unteren anwandte, musste er ein zu hohes Alter des Ganzen erhalten. Es ist aber ohne Weiteres klar, dass man

den Kubikinhalt der Schichten von bekanntem Alter mit jenem derjenigen von unbekannter Ablagerungszeit vergleichen muss, um annähernd richtige Zahlenwerthe zu erhalten. Nun beträgt die Masse der seit der römischen Zeit erfolgten Ablagerungen 5,283,205 Kubikfuss und fand statt in 1300 bis 1500 Jahren; der Gesammtinhalt des Kegels aber ist 16,116,408 Kubikfuss, seine Ablagerungszeit also 3965 bis 4576 Jahre und unter Hinzurechnung der seit Aufhören des Zuwachses verstrichenen 300 Jahre 4265 bis 4876 Jahre." Allein auch diese Zahlen sind gewiss noch zu gross, wenn man erwägt, dass in den sehr alten Zeiten der beginnenden Ablagerung das Klima ein weit feuchteres, der Wasserdrang daher ein weit mächtigerer war und die Ablagerung in den ersten Jahren natürlicher Weise eine bedeutendere sein musste als später. Nichts berechtigt daher zu der Behauptung, dass die Steinwaffen im Torfe von Abbeville und in dem Tinière-Kegel älter sind, als die frühe Blüthe des chinesischen Reiches, die mit voller historischer Sicherheit aus den alten Finsternissbeobachtungen bei diesem Volke hervorgeht, welche bis zum Jahre 2158 vor Beginn unserer Zeitrechnung durch eine erst der Gegenwart mögliche Zurückrechnung ihre Bestätigung fanden, was nicht der Fall sein könnte, wenn jene alten Angaben (ähnlich den prahlerischen Berichten der Indier) auf Fiction beruhten. Die Altersberechnungen, welche man auf die Schlammaufhäufungen des Niles, in dessen Alluvionen Leonhard Horner 60 Fuss unter der gegenwärtigen Oberfläche Kunstproducte fand, begründet hat, sind ebenfalls höchst unsicher. Wenn allerdings diese Anhäufungen im Mittel 1 Fuss in zwei Jahrhunderten betrügen, so würden jene Funde auf ein Alter der ägyptischen Cultur von mehr als 12 Jahrtausenden hinweisen, allein die Grundlagen solcher Berechnung sind so unsicher, dass sie in mehr oder weniger die Hälfte dieses Zeitraumes umfassen können. Die Detritusmassen, welche der Nil bei seinem ungemein geringen Gefälle absetzt, sind so bedeutend, dass das ganze Delta dieses Stromes höchst wahrscheinlich keine 6000 Jahre alt ist. Noch unter dem grossen Pharao Sesostris, dreiunddreissig Jahrhunderte vor der Gegenwart, war der dortige Boden reines

Sumpfland, dessen Urbarmachung durch Canäle auf Befehl jenes Herrschers ausgeführt ward. Ganz unsicher endlich sind die Schätzungen des Alters jener Menschenreste von Neu-Orleans und aus den Korallenriffen von Florida, welches Dowler dort zu 50,000, Agassiz hier zu 135,000 Jahren veranschlägt. Es ist unzweifelhaft, dass das Alter des Menschengeschlechtes weit über die Morgendämmerung des historischen Tages hinausreicht; aber dem ernsten Forscher geziemt es, an die unberechenbare Quelle von Irrthümern zu verweisen, welche sich bis jetzt jeder chronologischen Bestimmung hemmend entgegenstellt. — Die Ansicht, dass in einigen Theilen Europas die Erinnerung an das Steinzeitalter sich noch in der Tradition erhalten hat, beweist das alte schottische Grabmal, das die Sage dem Könige Aldus M'Galdus zuschreibt, bei dessen Eröffnung im Jahre 1809 sich ein allem Anscheine nach uraltes, riesengrosses Skelett vorfand, dessen rechter Arm durch einen Schlag mit einer Dioritaxt fast vollständig abgetrennt war. Ein Stück des Steinbeils steckte noch im Knochen. In diesem Grabe fanden sich wohl einzelne bearbeitete Steine, aber keine Spuren von Metallgeräthen. Wir wollen mit Fr. Rolle nicht darüber rechten, was sich besser bewährt habe, Manetho's historische Berichte oder Cüvier's geologische Ansichten; so viel steht indess fest, dass der Bericht der Chinesen über die grosse Sonnenfinsterniss von 2158 v. Chr. gegenwärtig das älteste vollständig beglaubigte Document der gemeinen historischen Ueberlieferung ist. Wenn nach Lepsius Aegypten unter der sogenannten vierten Dynastie gegen 3400 v. Chr. bereits ein wohlgeordneter, hochgebildeter Staat war, wenn Ernest Renan die Nothwendigkeit betont, dass vor dem Jahre 970 v. Chr. noch 21 Dynastien in Aegypten untergebracht werden müssen, wenn Mariette die von ihm im Nillande entdeckten Skulpturen, deren älteste sich nur auf den Tod beziehen, bis zum Jahre 4000 bis 4500 v. Chr. hinaufschiebt und Braun die Aegypter für das älteste Culturvolk der Erde erklärt; wenn Lesley behauptet, dass Aegypten 3000 Jahre früher als Salomon seinen Tempel auf Moriah erbaute, hoch civilisirt war, aber ausser dem Hunde Anubis, dem einsamen Wächter der Woh-

nungen des Todes, keine Gottheit vor der zwölften Dynastie erscheint, so darf man nicht vergessen, dass alle Zahlen in diesen Angaben nur auf Vermuthungen beruhen und nicht in Vergleich zu stellen sind mit dem sicheren Datum, dass uns der alles registrirenden Chinesen Fleiss und der bewundernswürdige Fortschritt der heutigen Mechanik des Himmels geliefert haben.

Was die physische Entwicklung des menschlichen Stammes in der Vorzeit anbelangt, so sind auch in dieser Beziehung die Thatsachen noch keineswegs zahlreich genug, um von sicheren Resultaten sprechen zu können. Aufgefundene Ueberreste und Schwertgriffe scheinen zu beweisen, dass ein Theil der schweizerischen Pfahlbauer und ferner die Völker, welche jenen neueren Forschungen zufolge die fast das ganze Mittelmeer umkränzenden Dolmen und Menhirs [19]) erbauten, von ziemlich kleiner Statur waren; allein über die Grössenverhältnisse der ältesten Stämme, von denen uns aus der ersten Steinzeit Reste erhalten blieben, weiss man nichts Bestimmtes. Bis jetzt sind meist nur Schädelfragmente dieser Urväter der heutigen Nationen gefunden worden; Ueberbleibsel, von denen mehrere ebenso für, als andere gegen die Theorie sprechen, der zufolge sich der Mensch, besonders rücksichtlich seiner Schädelbildung, im Laufe der Jahrtausende aus dem Typus der höchst organisirten Thiere (Anthropoidae, Quadrumana) soll entwickelt haben.

Nach Owen's sorgfältigen Untersuchungen beträgt der mittlere Inhalt des Schädels beim Engländer 96, beim niedrigsten Australneger 75, beim Gorilla 30 und beim Orang 28 Kubikzoll. Der Neanderthalschädel, obgleich unter allen dem Affentypus am nächsten, fasst noch immer 75 Kubikzoll [20]). Wenn es daher als vollkommen erwiesen angenommen wird, dass dieser Schädel wirklich dem Diluvium entstammt und gleichzeitig den normalen Typus einer besonderen Menschenrasse repräsentirt, so würde diese freilich in der Mitte stehen zwischen dem Affen und dem heutigen Europäer, aber ersterem vielleicht doch kaum näher, als der niedrigste gegenwärtig existirende Menschenstamm. Immer indess bleibt es fraglich, ob es gestattet ist, in diesem Falle das Schädelvolum zur alleinigen Norm des Unterschiedes

zu nehmen. Aeby hat die Flächenräume der Schädelebenen sehr sorgfältig mittels eines aufgelegten Netzes von sehr kleinen Quadraten planimetrisch ausgemessen und folgende Resultate gefunden:

| | |
|---|---|
| Gorilla . . . . . . | 8828 |
| Orang-Utang . . . . | 10335 |
| Neger von Mozambique | 20408 |
| Lappländer . . . . . | 21865 |
| Guanche . . . . . | 23836 |

Aeby kommt zu dem Schlusse, dass sich der menschliche Typus des Hirnschädels in sehr bestimmter Weise von dem äfflichen unterscheide; jener ist, nach dem genannten Anatomen, gleichsam eine einsame Insel, von der keine Brücke zum Nachbarlande der Säugethiere hinüberführt. Ob sie vor Zeiten von diesem abgerissen worden, oder ob sie selbständig aus dem Oceane der Schöpfung aufgestiegen sei, darüber gebe nur das Ahnen des menschlichen Geistes, aber kein naturwissenschaftliches Document Auskunft. Professor Schaaffhausen glaubt, dass die Kluft, welche gegenwärtig Mensch und Affe scheidet, einst nicht vorhanden war[21]. „Unterschiede in den Bildungen der heutigen organischen Welt," sagt dieser Forscher, „sind Lücken, welche die Zeit in die Kette zusammenhängender Glieder gerissen hat. Solche Bildungen, welche den Uebergang hier vermitteln, wird man noch auffinden, wie sie für andere Lücken in der Reihe der lebenden Organismen schon aufgefunden worden sind. Sie liegen im Schoosse der Erde, der die Schöpfungen der Vorwelt birgt. Die Kluft zwischen Mensch und Thier wird immer weiter; denn nicht nur die niedrigsten Rassen, welche so manche Annäherung an die thierische Bildung zeigen, sterben aus, sondern auch die höchsten Affen, die dem Menschen am nächsten kommen, werden immer seltener: noch ein oder zwei Jahrhunderte und sie sind vielleicht erloschen. Ist es nun nicht folgerichtig zu denken, dass, wenn wir in die verschwundenen Jahrtausende zurückblicken könnten, wir den Abstand zwischen den niedrigsten Menschen und den höchsten Thieren geringer finden würden, als es jetzt der Fall ist, und um so geringer, je weiter wir zurücksehen

könnten? Auch das ist nicht Zufall, sondern ein natürliches Gesetz, dass die Affen sich nur unter den wildesten Menschen noch haben erhalten können; in der Berührung mit gebildeten Völkern würden sie längst verschwunden sein. Je weiter der Mensch in seiner Entwicklung fortschreitet, um so mehr bricht er die Brücke hinter sich ab, durch die er mit der rohen Natur verbunden war.“ Wenn man indess auf dem Boden der positiven Thatsachen verbleibt, so kann man in dieser wichtigen Frage den mitgetheilten Ausführungen des verdienstvollen Bonner Anthropologen keineswegs vollständig beistimmen. Allerdings zeigen einzelne der ältesten Menschenüberreste eine nicht abzuleugnende Annäherung an den Affentypus, allein eine analoge Annäherung findet sich auch bei den niedrigsten jetzt lebenden Menschenstämmen. Wenn es nach den Untersuchungen von Broca wahrscheinlich ist, dass die Schädelcapacität im Laufe der Jahrhunderte mit steigender Intelligenz wächst, so ist es nicht auffallend, in den ältesten Schädelfragmenten eine grössere Annäherung an den Affentypus zu finden, wie bei denjenigen der hoch civilisirten Europäer der Gegenwart. Allein auf diesen Thatsachen fussend, ist es keineswegs zwingend, den Schluss zu ziehen, dass voreinst ein Unterschied zwischen Mensch und Affe nicht bestand. Die Analogie führt freilich zu dieser Consequenz; aber bei einer Frage von solcher Tragweite ist es geboten, daran zu erinnern, dass, wie Darwin bei einer ähnlichen Gelegenheit hervorhebt [22]), die Analogie eine sehr trügerische Führerin sein könnte. Von positiven Thatsachen ausgehend ist die Ansicht des überaus verdienstvollen Rudolph Wagner [23]) ungleich begründeter, dass die ältesten Reste vom Menschen durchaus keine Uebergangsformen zu anderen Wesen und keine grösseren Differenzen als sie unter jetzt lebenden Rassenformen auch vorkommen, mit Sicherheit nachweisen. An dieser Stelle kommt es nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes vor Allem darauf an, streng von einander zu sondern: was als Resultat sicherer Forschung unabweisbar und was, auf Analogie begründet, mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen ist. In dem hitzigen Kampfe der Meinungen darf man es, wie wir glauben, schon als

einen Fortschritt betrachten, wenn die Einsicht allgemeiner verbreitet wird, dass noch nicht genügendes Material zu einer sicheren Lösung der hier behandelten Frage vorliegt. Von diesem Standpunkte aus kann man daher auch nicht dem Resultate beistimmen, welches Karl Vogt aus seinen umfassenden Untersuchungen über die Mikrocephalen abgeleitet hat[24]) und wonach diese, glücklicherweise so seltene Erscheinung, als Atavismus, als ein Rückschlag gegen den alten Affentypus aufzufassen sei. Schon früher war Rudolph Wagner[25]) durch seine eigenen Arbeiten zu dem Ergebnisse gelangt, dass die scheinbar auf den Affentypus zurückfallenden Mikrocephalen ganz den menschlichen Typus des Gehirns beibehalten und die hauptsächlichsten Hirndefecte (im Hinterhauptslappen) gerade dem Typus der anthropoiden Affen, wo die Hinterlappen stark abgesetzt und besonders entwickelt sind, widersprechen. Diese Resultate finden eine scheinbare Bestätigung in den Untersuchungen der Gehirne zweier Mikrocephalen, welche unlängst J. Sander[26]) veröffentlicht hat. Derselbe konnte bei seinen Arbeiten die Gehirne selbst benutzen, während Vogt allerdings nur Schädel und Ausgüsse derselben besass. Sander behauptet, dass die Sylvische Spalte beim Gehirne des Mikrocephalen entschieden näher dem menschlichen als dem Affengehirne steht; dass die Verwachsung der Schädelknochen schon bei einem 5 Monate alten Mikrocephalen eine vollständige war, woraus allerdings eine grosse Wahrscheinlichkeit für die von Vogt geleugnete Schliessung der Schädelkapsel während des embryonalen Lebens resultirt; und schliesslich, dass beim Mikrocephalengehirne, entgegengesetzt demjenigen der Affen, eine ungemeine Verkümmerung der Hinterhauptslappen existirt. „Ich glaube sonach," sagt Sander, „hinreichend bewiesen zu haben, dass die Aehnlichkeit des Mikrocephalengehirns mit dem Affengehirn eine unbewiesene Annahme ist, nur auf den äusseren Schein begründet; ich sehe in ersterem ein fehlerhaft entwickeltes Menschengehirn, dessen Bildungsgesetz noch aufzusuchen ist. Damit hängt auch die Frage zusammen: in welcher Zeit des fötalen Lebens beginnt die Störung? Zur Beantwortung derselben fehlt es noch an Material. — Es ist natürlich werth-

los, Vermuthungen aufzustellen; allein die Auffindung der Störung in ihrem ersten Beginn kann die Frage lösen." Uebrigens sind neuerdings von competenter Seite wichtige Bedenken gegen die Untersuchungen Sander's geäussert worden und eine neue Bearbeitung des Gegenstandes wäre daher dringend wünschenswerth.

Wenn wir sonach gesehen haben, dass die paläontologischen Forschungen keineswegs mit Sicherheit eine Entwicklung des menschlichen Stammes aus dem Typus einer (jedenfalls in der Gegenwart längst erloschen anzunehmenden) Affenspecies nachweisen, so muss doch anderseits daran erinnert werden, dass Mensch und Affe sehr viele Uebereinstimmungen und gegenseitigen Annäherungen in ihrem anatomischen Baue und seinen physiologischen Functionen besitzen. Nicht allein ist es der übereinstimmende Zahnbau bei dem Menschen und den schmalnasigen Affen der alten Welt (Catarrhinae), nicht allein sind es die rudimentären Schwanzwirbel gleichzeitig beim Menschen und den Anthropoiden: die ausgezeichneten Untersuchungen von Max Schultze über den Bau der hinter der Netzhaut des Auges liegenden Stäbchen- und Zapfenschicht haben ergeben, dass unter allen Thieren der Affe allein in dieser Beziehung eine vollkommene Uebereinstimmung mit dem Menschen zeigt. Rechnet man hierzu die von Neubert[27]) festgestellte Thatsache, dass die Affen der alten Welt, dieselben, welche auch in allen anderen Beziehungen dem Menschen am nächsten stehen, regelmässig menstruiren, während die Affen der neuen Welt nur ein oder zweimal eine Brunstzeit haben: so darf vom zoologischen Standpunkte eine nahe Verwandtschaft des Menschen mit dem Affen in Bezug auf Körperbau und physiologische Functionen nicht geleugnet werden, wenngleich eine grössere beider Typen in der Vorzeit aus den zur Zeit vorliegenden Beobachtungen nicht mit Sicherheit entwickelt werden kann.

# Anmerkungen.

---

1) Darwin, Entstehung der Arten. Deutsch von Bronn. S. 349.

2) Gaea IV, S. 499.

3) »Wir dürfen nicht vergessen,« bemerkt Cotta sehr gut, »dass auch die zuverlässigsten Bearbeiter dieses Gebiets stets eifrigst nach scharfen Unterschieden gesucht haben; hätten sie sich mit demselben Eifer bemüht, Uebergänge zu finden, so würde ihnen das in vielen Fällen weit leichter gelungen sein, da sie trotz ihres Widerstrebens sie nicht immer in Abrede stellen.« Cotta, Geologie der Gegenwart. S. 196.

4) Häkel, Natürl. Geschichte d. Schöpfung. S. 311.

5) Beispielsweise ist das Dinotherium, dessen Ueberreste vergleichsweise häufig gefunden werden, noch immer sehr mangelhaft bekannt. In vielen Abbildungen wird dieses Thier mit einem Rüssel dargestellt, andere lassen ihn weg. Der Mangel des Nasenbeins spricht allerdings für einen Rüssel, allein es ist noch keineswegs ausgemacht, ob das gewaltige Geschöpf zu den Pachydermen, oder nicht vielmehr zu den Cetaceen gehört.

6) Es ist eine wohl zu beachtende Thatsache, dass die ältesten Säugethiere, die Didelphen, gleichzeitig auch die unvollkommensten sind und den Uebergang zu den Sauriern vermitteln. Das Geschöpf, das in dem obersten Buntensandstein von Hessberg bei Hildburghausen Abdrücke seiner Füsse hinterlassen hat, gehört nach Wiegmann sehr wahrscheinlich zu den Didelphen, aber die Fährten im Rothensandsteine von Connecticut deuten doch wahrscheinlich mehr auf Vögel. Die merkwürdige, fieberhafte Erregung, welche sich seit

1836 für die Auffindung fossiler Thierfährten in Nordamerika kundgab, hat wenigstens das Gute gehabt, dass sie eine Menge von Material zur Vergleichung zusammenschaffte und wenn man auch den Dutzenden von Species, welche Hitchkock in seinem grossen Werke »Ichnology of New England« unterschied, nicht beistimmen kann, so ist doch manches Wichtige und Interessante zu Tage gekommen.

[7]) Der Gryphosaurus (Archaeopterix lithographica Owen) zählt allerdings zu den merkwürdigsten Geschöpfen, von denen die Paläontologie bis jetzt Kunde erlangt hat. Owen's Untersuchungen (Phil. Transact. 1863, I, p. 33) haben das Ungegründete der mehrfach in Deutschland ausgesprochenen Vermuthung eines absichtlichen Betruges nachgewiesen. Die gefundenen Reste erinnern in verschiedener Beziehung an Pterodactylen.

[8]) Vergl. Quart. Journ. 1858, p. 274.

[9]) Die Entdeckung von G. Jenzsch in Gotha, betreffend die Existenz einer mikroskopischen Flora und Fauna mitten in Gemengtheilen von krystallinischen Massengesteinen ist noch zu neu und zudem von verschiedener Seite angegriffen worden. Der Entdecker fand im plagioklastischen Felsite des Melaphir und im Calcit aus Hohlraumausfüllungen vortrefflich erhaltene fossile Organismen. »Die von mir bis jetzt erhaltenen Organismen,« sagt Jenzsch, »dürften sämmtlich Repräsentanten einer Flora und Fauna stagnirender Gewässer sein, und ausdrücklich sei es erwähnt, dass ich bis jetzt weder Baccillarien (Diatomeen), Polythalamien und Polycistinen, noch Zoo- und Psytolitarien bemerkt habe. Keinesfalls hat man es mit Erden und Felsen bildenden organischen Resten, sondern mit vollkommen gut erhaltenen, zuweilen im Momente der Ausübung ihrer Lebensfunctionen versteinerten Organismen zu thun. Bei der ganz vortrefflichen Erhaltung derselben konnte ich im physiologischen Anhange zu meiner Schrift sogar versuchen, die Fortpflanzungsverhältnisse von Rynchopristes Melaphyri Jenzsch darzulegen und somit auch einen ersten Schritt zur Begründung eines neuen Zweiges der Paläonthologie, welchen ich physiologische Paläonthologie nennen möchte, zu thun. Meine Entdeckung weist auf ein, in den betreffenden Gesteinsmassen sehr verbreitet gewesenes pflanzliches und thierisches Leben hin, welches sich in einem, bei der Gesteinsverwitterung auf nassem Wege erzeugten, flüssigen Versteinerungsmittel, und zwar bis zum Augenblicke der plötzlichen Krystallisation (Krystallisationspunkte) des letzteren fortentwickelte. Obgleich ich nicht in

Abrede stellen will, dass in Folge meiner Entdeckung die Möglichkeit gewisser plutonischer Theorien in Zweifel gestellt werden könnte, so behaupte ich doch keineswegs, dass die krystallinischen Massengesteine (Eruptivgesteine) Sedimentärgebilde seien, und stelle als ein, keiner theoretischen Ansicht über die ursprüngliche Entstehungsweise der krystallinischen Massengesteine widersprechendes Theorem auf: dass der Primordialzustand der betreffenden Gesteinsmassen, und zwar nachdem dieselben sich bereits in der ihrem relativen Alter entsprechenden Lagerung befanden, einem oder mehrfachen Umwandlungsprocessen auf nassem Wege unterlag und beziehentlich noch jetzt unterliegt.« Berg- und Hüttenmännische Ztg. 1869, Nr. 5. Vergl. Jenzsch, Ueber eine mikroskopische Flora und Fauna krystallinischer Massengesteine. Lpzg. 1868. Bornemann hat die Präparate, auf welche Jenzsch seine Entdeckungen begründet, einer Untersuchung unterworfen und kommt zu dem Resultate, dass alles Wahrgenommene nur anorganischen Erscheinungen zugehöre. (Vergl. Sitzungsbericht der Isis 1869, S. 141). Ehrenberg hält die Einschlüsse indess entschieden für organischen Wesen angehörend. (Vergl. Monatsberichte d. Berl. Akad. d. W. 1869, S. 244 u. ff.)

[10]) Monatsberichte der Berliner Akademie 1858, S. 295.

[11]) Quenstedt, Petrefactenkunde. 2. Aufl., S. 918.

[12]) Die Untersuchungen Keller's über die Pfahlbauten finden sich niedergelegt in den »Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich« Bd. IX, 3; XII, 3; XIII und XIV.

[13]) Vergl. F. Troyon, Habitations lacustres des temps anciennes et modernes. Lausanne 1860.

[14]) Man sehe die ausgezeichnete Darstellung dieses Gegenstandes von O. Fraas im 2. Bande des Archivs für Anthropologie.

[15]) John M. Stockwell, A treatise on the secular equations of the Moon's mean motion. Cambridge (Mass.) 1867.

[16]) L. W. Meech, On the relative intensity of the heat and light of the sun upon different latitudes of the earth. Smithson, Contrib. IX, 1, p. 1 — 58.

[17]) Fraas in seiner oben angegebenen Abhandlung. Das gelehrte Werk von F. v. Rougemont: „Die Bronzezeit“ (deutsch von Keerl, Gütersloh 1869) hat das unbestreitbare Verdienst, eine ungeheure Menge von Material zu bringen, wenn man auch den Ausführungen des Verfassers nicht allenthalben beistimmen kann. Der Verfasser glaubt die Behauptung vertreten zu können, dass der Hauptherd der

Bronze- und Eisenmetallurgie zur Zeit der Hethiter und Pheresiter Palästina gewesen sei. Von Ta-Neter aus habe sich die Kunst zu den Phöniciern und Assyriern verbreitet und sei von den Cureten und Dactylen zu den Griechen gebracht worden. Die semitischen Allophylen, Pheresiter, Philister und Phönicier hätten sich an den europäischen und afrikanischen Küsten des Mittelmeeres ausgebreitet, ihre Megalithe und ihren Cultus sammt der Bronze mitgebracht. Die Bronzezeit der Völker der Alpen und Galliens verläuft nach v. Rougemont zwischen dem 16. und 7. Jahrhundert v. Chr., die Irlands ebenso, während sie sich in Mecklenburg bis zum 5., in Dänemark bis zum 8. Jahrhundert nach Christo erhielt. Die Bronzezeit der Barbaren geht nicht über die Blüthe der Aegypter und Chaldäer hinaus und erhielt sich in Livland bis zum 11. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Diese Resultate historischen Studiums verdienen ungleich mehr Zutrauen, als die phantastischen Bestimmungen nach Jahrzehntausenden.

[18]) American Journal of Science 1868, 3.

[19]) Aehnliche Bauwerke finden sich auch bei einem Volke im östlichen Bengalen, worauf schon Yule und Sir John Lubbock aufmerksam gemacht, und das später von Thomson und J. Hooker genau studirt worden ist. Die Denkmale werden dort noch gegenwärtig theils als Grabmäler theils zum Andenken an ein wichtiges öffentliches Ereigniss aufgerichtet. Es ist auffallend, wie Hooker bemerkt, dass das Wort Man, das dort zur Bezeichnung eines Steines dient, ebenso oft in den Namen der dortigen Ortschaften vorkommt, als das Wort Maen, Men in den Orten der Bretagne, der Länder der Gälen und in Cornwall.

[20]) »Die menschlichen Gebeine und der Schädel aus dem Neanderthale übertreffen alle anderen an jenen Eigenthümlichkeiten der Bildung, die auf ein rohes und wildes Volk schliessen lassen; sie dürfen, sei nun die Kalkhöhle, in der sie ohne jede Spur menschlicher Cultur gefunden worden sind, der Ort ihrer Bestattung gewesen, oder seien sie wie anderwärts die Knochen erloschener Thiergeschlechter in dieselbe hineingeschwemmt worden, für das älteste Denkmal der früheren Bewohner Europas gehalten werden.« Schaaffhausen in Müller's Archiv 1858, S. 453 ff. Die enorme Entwicklung der Supraorbitalbogen beim Neanderthalschädel deutet auf einen wilden Typus. Busk giebt (Natural history review II, 1861) Abbildungen älterer Schädel,

welche, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, etwas Aehnliches zeigen, besonders der Schädel eines Indianers aus Tennessee. Schaaffhausen hält den Neanderthalschädel für den Typus einer besonderen Rasse, der er den Namen homo neanderthalennsis beigelegt hat. Man muss die Berechtigung zu einer solchen Behauptung durchaus bestreiten, nicht minder wie die Aeusserung desselben Gelehrten, dass ein Schädel, der nicht das Zeichen niederer Organisation an sich trägt, selbst dann nicht als von Urmenschen herrührend angesehen werden dürfe, wenn er auch zwischen den Knochen erloschener Thiergeschlechter gefunden werden sollte, vollständig verfrüht und wissenschaftlich gegenwärtig durchaus unhaltbar ist. (Vergl. Schaaffhausen, Ueber die Urform des menschlichen Schädels.)

[21]) Verhandl. des naturhist. Vereins. Bonn 1864.

[22]) Darwin, Entsteh. d. Arten. S. 488.

[23]) R. Wagner in Troschel's Archiv der Naturgeschichte. 29. Jahrgang II, S. 15.

[24]) Im zweiten Bande des Archivs für Anthropologie. Im 10. Bande von Moleschott's Untersuchungen giebt Carl Vogt ein Resumé seiner Arbeit, in welchem Folgendes das Wichtigste:

»Aus der Untersuchung der Schädel erwachsener Mikrocephalen geht hervor, dass sich darunter sowohl Lang- wie Kurzköpfe befanden und dass hinsichtlich der Lagerung und Gestalt des eigentlichen Schädels die Mikrocephalen um so mehr den Affen gleichen, je geringer ihre Schädelcapacität und damit auch das Hirnvolumen ist; dass die Entwicklung der Stirnhöhlen und die dadurch bedingte Aufwulstung der Augenbrauen, die Ausbildung der Muskelansätze am Schädel ebenfalls derjenigen der Affen entspricht; dass dagegen das Gesicht durch Entwicklung des Kinnes, durch Bildung und Stellung der Zähne zwar ein menschliches ist, dennoch aber das Hervortreten (Prognathismus) der Schnauze ein affenähnliches genannt werden kann, so dass man schliesslich die Mikrocephalen im Allgemeinen als Wesen charakterisiren kann, bei welchen die Schädelkapsel eines Affen dem prognathen Gesichte eines Menschen von niederer Rasse aufgesetzt ist. — Die Untersuchung des Wachsthumsgesetzes des Schädels beim normalen Menschen, dem Affen und den Mikrocephalen hat ergeben, dass der Mensch in der Entwicklung seines Gehirnvolumens eine bemerkenswerthe Ausnahme von den ihm nahestehenden Säugethieren bildet, indem sein Hirnvolumen von der Geburt an bis zur Vollendung der ersten Lebensjahre fast genau um ebenso viel zunimmt, als während des

ganzen übrigen Lebens; während im Gegentheil die Schädelkapsel des Affen, sowie diejenige der Mikrocephalen stetig zunimmt, freilich nur in sehr geringem Maasse, und diese Zunahme keine solche Sprünge gewahren lässt, wie sie beim normalen Menschen vorkommen. Der Entwicklung seiner Schädelkapsel nach ist also der Mikrocephale Affe. Hinsichtlich des Gesichtstheils des Schädels bestätigt sich für die Mikrocephalen hingegen das Wachsthumsgesetz des Menschen, so dass diese Betrachtungsweise mit derselben Bestimmtheit auf jenen Satz hinweist, auf welchen schon die Betrachtung des Erwachsenen allein führte, nämlich dass der Kopf aus zwei Elementen zusammengesetzt ist, aus der namentlich in der Wölbung und den Seitentheilen ausgesprochenen Schädelkapsel eines Affen und dem Gesichte eines Menschen, dass diese beiden Elemente sich nothwendiger Weise in der Schädelbasis mit einander mischen, und dass der Kopf des Mikrocephalen sich demnach zwei verschiedenen Richtungen zufolge entwickelt, oben nach dem Affentypus, unten nach dem Menschentypus. — Die Hirnbildung der Mikrocephalen konnte ich freilich nur an Ausgüssen des Schädels, nicht an aufbewahrten Gehirnen studiren, doch geben die von Gratiolet, Theile und Wagner gelieferten Abbildungen manchen Aufschluss. Zuerst nahm ich Messungen der einzelnen Lappen vor und aus der Vergleichung dieser Messungen mit den Ausgüssen normaler Menschen und Affen ergab sich für das Gehirn genau dasselbe Resultat, wie für den Schädel, nämlich, dass die Stammtheile des mikrocephalen Gehirns dem menschlichen Entwicklungsgesetz folgen, Kleinhirn und Hirnstamm ganz, Schläfenlappen zum grössten Theil; während die oberen Gewölbtheile dem Entwicklungsgesetze des Affen folgen, Scheitel- und Stirnlappen ganz, Hinterlappen weniger, dass aber diese Lappen selbst hinter der Gewölbentwicklung des Affen etwas zurückbleiben. — Specielle Momente der Erzeugung solcher Wesen, die der Volksmund sogleich als Affen bezeichnet, finden sich bei den Eltern durchaus nicht; es können dieselben mithin nur als Erscheinungen aufgefasst werden, die mit einem tiefer begründeten Gesetze der Vererbung in Zusammenhang stehen.« Vogt versucht nun nachzuweisen, dass die Vererbung der Charaktere bei der Erzeugung auch nothwendiger Weise eine Veränderlichkeit in sich schliesst, und dass diese Veränderlichkeit häufig auf frühere Generationen zurückgreife (Atavismus) und zwar entweder normaler Weise, als Generationswechsel, oder scheinbar irregulär. Ferner stützt Vogt sich auf die Beobachtungen von

Gaudry und Rütimeyer, wonach theils in normaler, theils in abnormer Weise beim Zahnwechsel der Pferde und in den Füssen mancher Pferdefüllen Bildungen auftreten, welche auf geologische Ahnen der Pferde (Hipparion) hinweisen, die jetzt nur noch fossil gefunden werden, und kommt zu dem Schlusse, dass die Mikrocephalie eine partielle atavistische Bildung ist, welche in den Gewölbtheilen des Gehirns auftritt und als nothwendige Folge eine Ablenkung der embryonalen Entwicklung nach sich zieht, die in ihren wesentlichsten Charakteren auf den Stamm zurückführt, von welchem aus die Menschengattung sich entwickelt hat. Als Schlussresultate stellt Vogt folgende Sätze auf:

»1) Die psychischen Functionen hängen von der Bildung des Gehirns ab; sobald dieses affenartig entwickelt ist, ist auch das von normalen Eltern erzeugte Menschenkind von Geist und Gemüth ein Affe, wenn auch von Körper ein Mensch.«

»2) Menschen und Affen sind von einem gemeinsamen Stamme herzuleiten, dessen Grundform in der gegenwärtigen Schöpfung nicht mehr repräsentirt ist.«

[25]) R. Wagner, Vorstudien zu einer wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des Gehirns als Seelenorgan. 2. Abhandlg.: Ueber den Hirnbau der Mikrocephalen etc. Göttingen 1862.

[26]) Archiv für Psychiatrie. Jahrgang 1868.

[27]) Troschel, Archiv für Naturgeschichte. 28. Jahrgang, Bd. II., S. 110. Nach eingehenden Untersuchungen der Extremitäten des Menschen und einer grossen Anzahl von Affen, kommt Lucae zu dem Ergebnisse, dass allein beim Menschen die Endglieder der Extremitäten in Hand und Fuss vollständig geschieden und in ihren Functionen vollkommen getrennt sind. Abhandlg. d. Senkenberg. naturf. Gesellschaft V, S. 275 u. ff.

## Wechselseitige Verwandtschaft organischer Körper; Morphologie; Embryologie; rudimentäre Organe.

Die Untersuchungen, welche Darwin in demjenigen Capitel seines berühmten Werkes, das die vorstehende Ueberschrift trägt mittheilt, zählen nach der Auffassung des britischen Naturforschers zu den wichtigsten Stützen seiner Theorie. Darwin fühlt dies selbst, und ganz entgegen seiner gewohnten behutsamen Art der Schlussfolgerung erklärt er zu Ende des betreffenden Abschnittes kühn und offen: „In der That, schon die ungezwungene, ja von selbst erscheinende Erklärung der rudimentären Organe, und die wichtigen Folgerungen, welche sich hieran knüpfen, sind wohl geeignet, schwerwiegend zu Gunsten der Selectionstheorie in die Wagschale zu fallen."

Ernst Häkel sagt [1]): „Beide Reihen der organischen Entwicklung, die Ontogenesis des Individuums und die Phylogenesis des Stammes, zu welchem dasselbe gehört, stehen in innigstem, ursächlichem Zusammenhange. Ich habe diese Theorie, welche ich für äusserst wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie ausführlich zu begründen versucht. Wie ich dort zeigte, ist die Ontogenesis, oder die Entwicklung des Individuums, eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Recapitulation)

der Phylogenesis oder der Entwicklung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden.' In diesem innigen Zusammenhange der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigsten und unwiderleglichsten Beweise der Descendenztheorie. Es vermag Niemand diese Erscheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpassungsgesetze zurückgeht; durch diese erst sind sie erklärlich. Ganz besonders verdienen dabei die Gesetze unsere Beachtung, welche wir früher als die Gesetze der abgekürzten, der gleichzeitigen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem sich ein so hochstehender und verwickelter Organismus, wie es der menschliche oder der Organismus jedes anderen Säugethieres ist, von jener einfachen Zellenstufe an aufwärts erhebt, indem er fortschreitet in seiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieselbe Reihe von Umbildungen, welche seine thierischen Ahnen vor undenklichen Zeiten während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Gewisse, sehr frühe und tiefstehende Entwicklungsstadien des Menschen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugethierkörper mit seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den aufeinander folgenden Entwicklungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugethierordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere in der Erdgeschichte nach einander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt höhere Säugethiere. Hier ist also die embryonale Entwicklung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwicklung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äusserst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch Darwin's Selectionstheorie, durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze zu erklären."

R. Wagner giebt ebenfalls den rudimentären Organen und den morphologischen Verwandtschaftsbildungen eine genealogische Grundlage, aber freilich in einem anderen Sinne als Darwin. Bei letzterem sind, wie R. Wagner sich ausdrückt [2]), alle diese morphologischen Elemente in steter Umänderung begriffen, werdende Neubildungen für neue Species, während der Göttinger Anthropologe sie umgekehrt als Ueberbleibsel von Kräften einer gemeinsamen organischen Grundmaterie betrachtet, die in verschiedene Stücke zerfallen, ähnlich wie die elterlichen und vorelterlichen Zeugungsstoffe (Same und Ei) mit präformirten Qualitäten behaftet sind, welche in ihren Entwicklungen fortexistiren und dadurch ihre primitive genealogische Verwandtschaft documentiren. Wagner hat sich die nähere Ausführung für eine künftige Darstellung vorbehalten, wovon noch nichts bekannt geworden; doch empfiehlt sich die Darwin'sche Erklärung seiner schwer verständlichen Erörterung gegenüber durch ihre Einfachheit und strenge logische Consequenz. In der That kann man nicht anstehen, einer Theorie beizupflichten, welche nicht nur die Nothwendigkeit einer Erscheinung aus einem einfachen durch eine Reihe anderer Thatsachen bereits gestützten Princip erklärt, sondern welche auch die Gesetze dieser Erscheinung mit einer bewundernswürdigen Klarheit als zwingende Nothwendigkeiten offen darlegt. Wenn wir erstaunt und rathlos dastehen vor dem plötzlichen Auftreten atrophischer (rudimentärer) Organe in den seltenen monströsen Individuen, wenn wir rudimentäre Bildungen in beträchtlicher Grösse beim Embryo, verhältnissmässig geringer entwickelt und resorbirt im ausgewachsenen Organismus erblicken, und wenn wir die nämlichen zwecklosen Formen bei nahe verwandten Arten beträchtlich variiren, ja ganz fehlschlagen sehen: so giebt uns allein der Darwin'sche Ideengang den leitenden Faden in die Hand zur ursächlichen Erklärung dieser geheimnissvollen Phänomene. Sehr charakteristisch sagt der britische Forscher [3]): „Organe-Stummel kann man mit den Buchstaben eines Wortes vergleichen, welche beim Buchstabiren desselben noch beibehalten, aber nicht mit ausgesprochen werden und bei Nachforschungen über dessen Ursprung als vortreffliche Führer dienen."

Nur die Erblichkeitsgesetze im Sinne Darwin's vermögen eine einfache und befriedigende Erklärung aller im Auftreten rudimentärer Organe sich offenbarender Erscheinungen zu geben; sie erklären auch das richtige, aber nicht zum klaren Bewusstsein gelangte Princip der meisten und angesehensten Systematiker, welche bei ihren Classificationen den nutzlosen atrophischen Gebilden in vielen Fällen eine ungleich höhere systematische Bedeutung beilegen, als anderen Theilen von grosser functioneller Wichtigkeit. Denn jede systematische Eintheilung der Organismen in ein natürliches System darf nicht auf blossen äusseren Analogien, sondern muss in ihren letzten Gründen auf wahrer Blutsverwandtschaft beruhen. Solches allein vermag den Forderungen zu genügen, welche schon der grosse Reformator Linné [4]) formulirte, als er sagte: „Ich gestehe, dass ich keine natürliche Methode kenne; denn wäre dies der Fall, so könnte ich von dem Allgemeinen auf das Specielle zurückgehen und einen festen Grundsatz durchs Ganze hindurchführen."

Dunkler und schwieriger, aber von der höchsten Wichtigkeit für die Darwin'sche Artenentstehungstheorie sind die Erscheinungen der embryologischen Entwicklung im Allgemeinen. Es ist heute keinem Zweifel mehr unterworfen, dass die Embryos sämmtlicher Wirbelthiere in gewissen sehr frühen Stadien ihrer Existenz sich äusserlich höchstens nur durch ihre Grösse von einander unterscheiden und dass erst im Verlaufe der Entwicklung die Verschiedenheiten sich ausbilden, welche das vollkommen gebildete Thier in seine bestimmte Classe und Ordnung hineinweisen. In gewissen Fällen ist die Uebereinstimmung der Embryobildung in späteren Stadien derselben von grosser Wichtigkeit für die Stellung des fertig gebildeten Wesens im natürlichen Systeme. Diese Thatsache kann in bestimmten Fällen nicht geleugnet werden; es verräth sich dann die Verwandtschaft, wenngleich die spätere Organisation beträchtlich abgeändert oder verhüllt sein mag. Darwin verallgemeinert dieses Factum und nach ihm enthüllt uns der Embryo, der nichts anderes als das Thier in seinem weniger modificirten Zustande ist, insofern die Structur seines Stammvaters. Ernst Häkel ist diesen Conse-

quenzen beigetreten und hat sie sogar zu einer vollständigen schulgerechten Theorie entwickelt, deren Grundzüge wir bereits im Beginne dieses Capitels mit des Autors eigenen Worten auseinander gesetzt haben. Chemische Mischungsverschiedenheiten in der molekularen Zusammensetzung der eiweissartigen Kohlenstoffverbindungen, aus denen das Ei wesentlich besteht, bedingen nach Häkel die Unterschiede zwischen den verschiedenen Säugethierclassen. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier sollen speciell auf dem Gesetze der individuellen Anpassung beruhen und unter Mitwirkung der übrigen Vererbungsgesetze die Erscheinungen in der Weise zu Stande bringen, wie sie uns in der That aus der Natur entgegentreten. Die specielleren Ausführungen Häkel's erhellen mit seltener Klarheit einzelne Theile auf dem unergründeten, dunkeln Gebiete des Werdens; sie scheinen selbst die Perspective eines tieferen philosophischen Verständnisses anzubahnen. Allein andererseits ist wohl zu bedenken, dass der einigermaassen sicher ergründeten Thatsachen nur erst wenige sind, und dass daher die weiteren Ausführungen, so folgerichtig sie auch von beschränktem Standpunkte aus erscheinen mögen, doch keine innere Naturnothwendigkeit involviren. Wenn beispielsweise die Kiemenbogen der Fische sich in den embryonalen Anlagen sämmtlicher Wirbelthiere, den Menschen eingeschlossen, wiederfinden, so kann man daraus vom Standpunkte der Häkel'schen Anschauung auf einen ursprünglich fischartigen Urahn schliessen, aber es liegt keine zwingende Nothwendigkeit in diesem Schlusse, eben weil die vermittelnden Ideen nicht den Anspruch absoluter Richtigkeit machen können, da sie an dem Mangel hinreichend zahlreicher und richtig erkannter empirischer Grundlagen leiden.

Wenn wir daher auch aus Gründen individueller Anschauung denjenigen Schlüssen Darwin's und Häkel's, welche in diesem Capitel erörtert worden sind, beipflichten wollten, so müssen wir uns doch vorläufig da vor ihnen verwahren, wo man den Anspruch an wissenschaftlich bereits gesicherte Thatsachen uns gegenüber erhebt.

Wir sind jetzt alle Einzelheiten der Darwin'schen Theorie

durchgegangen (auf einige Consequenzen derselben wird indess noch in den folgenden Capiteln zurückgegriffen werden) und daher in der Lage, ein Schlussfacit zu ziehen; wir glauben dies um so beruhigter thun zu können, als wir uns in den vorhergehenden Capiteln bemühten, mit Vermeidung aller Parteilichkeit das Für und Gegen der einzelnen Punkte zu erwägen und das Unsichere und Schwankende überall streng von demjenigen zu sondern, was nach dem dermaligen Zustande unseres Wissens als gesichert angenommen werden muss.

Darwin's Lehre ist gross und erhaben wie die Natur selbst; es existirt keine empirisch erkannte Thatsache, welche ihr absolut widerspricht, dahingegen eine Menge von Erscheinungen auf dem Gebiete des Lebens erst durch sie ein richtigeres Verständniss und eine klarere Stellung im Reiche der Natur erhalten. Anderseits spricht aber auch keine Thatsache mit zwingender Nothwendigkeit ausschliesslich für die von Darwin vertretene Entwicklungstheorie. Der Versuch Darwin's, den Schöpfungsplan, die Entwicklungen der mit Leben begabten Organisationen an der Erdoberfläche zu enthüllen, ist dem vorschwebenden Ideale näher gekommen, als alle früheren Bestrebungen dieser Art; aber es ist ungerechtfertigt, zu behaupten, dass er es ganz erreiche. Darwin hat einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan, aber das Ziel ist hiermit noch nicht erreicht worden. Wir können keineswegs der Ansicht des verdienstvollen Rudolph Wagner beipflichten, dass die Darwin'sche Theorie sich über kurz oder lang überleben werde und dass man durch sie wieder ein schlagendes Beispiel zu Gunsten der Behauptung jenes berühmten Philosophen erhalte, der von den Deutschen sagte, „dass sie bei jeder Gelegenheit ins Schwärmen gerathen [5]);“ aber ebenso wenig können wir Denjenigen beipflichten, welche behaupten, in der gegenwärtigen Darwin'schen Theorie die letzte und allein gültige Erklärung für alle Erscheinungen der Nach- und Nebeneinanderfolge des Lebens an der Erdoberfläche zu erblicken. Wer dieser letzteren Ansicht nicht beipflichten wollte, den könnte man leicht auf eine Reihe von Schwierigkeiten verweisen, die sich der Darwin'schen Theorie in ihren letzten Consequenzen

da entgegenstellen, wo es sich um die Entwicklung der organischen Natur aus den einfachsten und untersten Gestalten handelt. Darwin gelangt zu dem Ergebnisse, dass die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von ebenso vielen oder noch weniger Stammarten herrühren, allein es konnte diesem Forscher nicht entgehen, dass seine Theorie, wenn sie mit der Wahrheit übereinstimmt, mehr verlangt, und so dehnt er denn seine Schlussfolgerung bis zu der Behauptung aus: „dass wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist [6]." Abgesehen von den Einwürfen, die man bisher gegen diese Urform — Häkel's neutrale Urmoneren — vorgebracht hat und die sich gesammelt im Anhange zu der deutschen Uebersetzung von Darwin's Werk über die Entstehung der Arten finden [7]), glauben wir, dass eine sehr grosse Schwierigkeit darin liegt, dass die benöthigten Zeiträume fehlen, um alle jene Entwicklungen zu gestatten, welche Darwin von seinem neutralen Urwesen aus verlangt. Wenn Albert Lange bewiesen hat [8]), dass vom streng philosophischen Standpunkte aus jede naturwissenschaftliche Hypothese mit voller Berechtigung über die grössten Zeiträume verfügen darf, so hat doch dieser Beweis für den vorliegenden Fall keine Gültigkeit, indem wir bestimmt wissen, dass unser Erdball einen Anfang seines Daseins besitzt und dass dieser Anfang nicht so weit hinter der Gegenwart liegen kann, als man früher anzunehmen geneigt war. Nach den früher mitgetheilten Berechnungen und den neuesten Entwicklungen von Thomson ist es nicht gestattet, das Alter unserer Erde bedeutender anzunehmen, als höchstens einige tausend Millionen Jahre, wahrscheinlich ist es aber viel geringer. Rechnet man hiervon ab den ungeheuren Zeitraum, der verfloss, ehe die erkaltete Erdkruste fähig war, selbst die niedrigsten organischen Gebilde zu beherbergen, und erwägt man ferner, dass gerade die einfachsten und untersten Organisationen am unempfindlichsten gegen die Zuchtwahl im Kampfe ums Dasein sein mussten, so kann man den Zeitraum, welcher der Entwicklung zu Gebote stand, nicht

ausreichend erklären, alles das aus einer neutralen, einfachen Urform (wenn auch in zahllosen Individuen vertreten) hervorzubringen, was wir gegenwärtig im organischen Reiche der Natur wahrnehmen.

Wir sind uns recht wohl bewusst, dass gerade durch das Infragestellen der letzten Consequenzen Darwin's der ganzen Theorie die Spitze abgebrochen wird; aber die oben angeführten Gründe, welche sich auf das Alter der Erde beziehen, erscheinen uns belangreich genug, um dieses Verfahren zu rechtfertigen. Dahingegen steht diejenige Annahme mit keiner naturwissenschaftlichen Thatsache im Widerspruch, welche die Entwicklung des Thierreichs aus vier oder fünf, diejenige des Pflanzenreichs aus einer noch geringeren Anzahl von Stammformen behauptet; aber es muss der Zukunft anheim gestellt bleiben, zu zeigen, dass diese Annahme eine ebenso nothwendige ist, als die Annahme Laplace's über die Entstehung des Sonnensystems und unseres Erdballes.

## Anmerkungen.

[1]) Häkel, Natürliche Geschichte der Schöpfung. S. 253.

[2]) Troschel, Archiv für Naturgeschichte 28. Jahrgang, Bd. II., S. 21. Vergl. Vorstudien zu einer wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des Gehirns. 2. Abhandlung. Göttingen 1862.

[3]) Darwin, Entst. d. Arten 1. Auflage. Deutsch von Bronn. S. 459.

[4]) Vergl. Jessen, Botanik der Gegenwart und Vorzeit. Leipzig 1864. S. 415. Häkel hat sich (Generelle Morphologie der Organismen. 2 Bde. Berlin 1866, und Natürl. Geschichte der Schöpfung. Berlin 1868) sehr viele Mühe gegeben, genealogische Tabellen des natürlichen Systems der Organismen, »Stammbäume der organischen Welt« zu construiren, doch hat er es ebenso wenig wie seine Vorgänger auf analogem Gebiete vermocht, der sich entgegenthürmenden Schwierigkeiten Herr zu werden. Das beweist z. B. für die Säugethiere die Stellung der Hapaliden und im enthomologischen Theile das geringe Gewicht, welches er der Bildung der Mundtheile gegenüber auf die Metamorphose legt. In dem Reiche der »Protisten«, welche eine Mittelstellung zwischen Pflanzen und Thieren einnehmen und weder dem einen, noch dem anderen angehören, sieht man nicht ohne Erstaunen auch die Pilze figuriren, während doch gegenwärtig bekannt ist, dass gerade diese eine sehr mannigfaltige geschlechtliche Fortpflanzung besitzen und man annehmen darf, dass da, wo weder sexuelle Fortpflanzung, noch Conjugation beobachtet wurde, nur die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse und der schwierig festzustellende Generationswechsel dies bedingen. Durch die Arbeiten von Prings-

heim (Jahrbuch f. wissensch. Botanik I, S. 289; II, S. 205) und De Bary (Ann. des sciences nat. T. XX) ist die Art und Weise der Befruchtung der Phycomyceten in ein klares Licht gestellt worden. Unter den Hymenomyceten haben die Untersuchungen von Karsten für die Hutpilze die ersten Andeutungen der Art und Weise der Befruchtung geliefert. Von Discomyceten hat zuerst De Bary für Peziza confluens die Befruchtung nachgewiesen und Tulasne dies bestätigt. Vergl. De Bary, Fruchtbildung der Ascomyceten. Leipzig 1863. — Ueberhaupt leidet die Darstellung Häkel's allzu sehr an Verallgemeinerung einzelner, häufig nicht einmal einwurfsfrei bewiesener Thatsachen. Die Entwicklungsgeschichte muss gewiss in erster Linie für alle systematischen Grundlagen benutzt werden, allein es muss dabei auch ihrer zeitweiligen Unvollkommenheit gebührend Rechnung getragen werden. Die Untersuchungen von Stein, Balbiani und Engelmann, wenn sie auch im Einzelnen noch abweichen, stimmen doch darin überein, dass für die Infusorien eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht mehr zu bezweifeln ist. Was die älteren Forscher nach Ehrenberg's Vorgange als Längstheilung auffassten, ist eine wahre Begattung. Die Geschlechtsöffnungen liegen, wie Balbiani nachgewiesen, in der Nähe der Mundtheile. Die Begattung dauert gewöhnlich einige Tage, während deren die Infusorien mehr oder minder innig mit einander verbunden (bei Stylonychio sogar vollständig verwachsen) sind. Hierauf erfolgt Trennung und vollständiges Einschwinden der männlichen Geschlechtsorgane, während die weiblichen nur zum Theil nach Ablegen der Eier verschwinden. (Vergl. Balbiani, Rech. sur les phénom. sexuels des Infusoires. Paris 1861.) Stein und Engelmann sehen die scheinbare Längstheilung oder Syzygie als eine Conjugation an, welche die eigentliche geschlechtliche Fortpflanzung vorbereite. Neben dieser beobachtete Engelmann auch bei gewissen Oxytrichinen eine zweite Art von Copulation, welche in einer vollständigen Verschmelzung zweier Individuen zu einem einzigen besteht, und nach dem Beobachter keinen sexuellen Charakter besitzt. Vergl. Zeitschft. für wissenschaftl. Zoologie XI, S. 347 u. ff.

[5]) Troschel, Archiv für Naturgeschichte 29. Jahrgang, Bd. II., S. 12. R. Wagner bemerkt hier unter Anderem: »Je sorgfältiger und umfassender wir die allgemeinen Vorgänge des natürlichen Geschehens auf der Erde betrachten, um so mehr werden wir auf eine gewisse Summe von primitiven organischen Wesen als gleichzeitig

mit einander existirend und in gegenseitiger Abhängigkeit zu einander stehend, welche für die Erhaltung ihrer Existenz als nothwendig erscheint, verwiesen.«

»Jede von einer gewissen Stabilität der Arten, als innerhalb gewisser Grenzen zwar variablen, aber diese nicht überschreitenden historisch beharrlichen Formen abweichende unbedingte Transmutationstheorie führt zu einem Formenchaos, zu welchem in keinem Theile der Wissenschaft ein Beleg vorhanden ist, weder in der lebenden, noch in der untergegangenen Pflanzen- und Thierwelt.«

»Die stärkste Stütze erhält das physiologische Princip als Artcriterium neuerdings durch die fortwährend sich vermehrenden Fälle des sogenannten Generationswechsels. Hier sehen wir gerade die allergrösste Stärke und Constanz in der Beharrlichkeit der Art bei den verschiedensten äusseren Erscheinungsformen, also gerade unter solchen Einflüssen, welche im Darwin'schen Sinne formverändernd, Arten-Charaktere auflösend wirken sollen.«

Diesem letzteren Einwurfe begegnet die Transmutationstheorie übrigens sehr leicht durch den Hinweis darauf, dass die Erscheinungen des Generationswechsels weiter nichts als Phänomene eines regulären Atavismus sind.

Kölliker macht den Generationswechsel für die von ihm aufgestellte Entwicklungstheorie geltend, nach welcher unter dem Einflusse eines allgemeinen Entwicklungsgesetzes die Geschöpfe aus von ihnen gezeugten Keimen andere abweichende hervorbringen und zwar 1) dadurch, dass die befruchteten Eier bei ihrer Entwicklung unter besonderen Umständen in sichere Formen übergehen sollen; 2) dass die primitiven und späteren Organismen ohne Befruchtung aus Keimen oder Eiern (Parthenogenesis) andere Organismen erzeugten. Als lebhaft für diese »Theorie der heterogenen Zeugung« sprechend, sieht Kölliker diejenigen Erscheinungen des Generationswechsels an, welche bei den Hydrozoen vorkommen; auch die Echinodermen und die Ammen der Trematoden werden als für diese Theorie sprechend, angeführt. Kölliker bemerkt selbst, dass es freilich vorläufig durch keinerlei directe Thatsachen nachgewiesen sei, wie ein befruchtetes Ei eines Thieres zu einer sicheren Form sich zu entwickeln im Stande wäre, allein die Möglichkeit eines solchen Vorganges könne nicht bezweifelt werden, da die Embryonen grösserer Thiere sich ungemein ähnlich sehen. Kölliker hebt hervor, sein Grundgedanke sei der, dass der Entstehung der gesammten organischen Welt ein grosser

Entwicklungsplan zu Grunde liege, der die einfacheren Formen zu immer mannigfaltigeren Entfaltungen treibe; ferner statuirt er viele sprungweisen Veränderungen. Letztere finden indess auch sicherlich nach Darwin's Theorie statt, obgleich dieser Naturforscher allenthalben das Gegentheil hervorhebt. Die Wirkungen der natürlichen Züchtung im Kampfe ums Dasein können aber keineswegs ohne sprungweise Uebergänge gedacht werden, wenngleich das Maass in den einzelnen Fällen sehr verschieden und nicht genau anzugeben ist. Schliesslich bemerkt Kölliker noch, dass nach seiner Theorie eine solche Schöpfung wenn auch eine lange, so doch nicht eine alles Maass und alle Wahrscheinlichkeit überschreitende Zeit in Anspruch nehme.

[6]) Darwin, Entst. d. Arten. S. 488.

[7]) A. a. O. S. 495 bis 520.

[8]) A. Lange, Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. Iserlohn 1866.

---

## Darwin's Pangenesis.

---

Die Vererbung gewonnener Charaktere, die Ueberlieferung der Anpassung an die Nachkommenschaft, welche wir innerhalb gewisser Grenzen als thatsächlich in der Natur stattfindend anzunehmen gezwungen sind, hat sich in unseren bisherigen Untersuchungen lediglich als eine Erscheinung dargestellt, deren Realität unzweifelhaft, deren wissenschaftliche Nothwendigkeit aber für uns durch Nichts begründet erscheint. Wir sehen die Thatsachen, aber wir vermögen sie theoretisch nicht mit bereits Erkanntem in ursächliche Wechselbeziehung zu setzen. Darwin hat es versucht [1]), die einzelnen Facta durch ein umschlingendes Band zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen; er hat in seiner „Pangenesis" eine Hypothese aufgestellt, welche erklären soll, wie es möglich ist, dass beispielsweise ein in einem Vorfahren aufgetretener und wieder erloschener Charakter, plötzlich bei irgend einem Nachkommen wiedererscheinen kann; wie es kommt, dass die Wirkung des vermehrten oder verminderten Gebrauches eines Gliedes sich auf das Kind forterbt u. s. w. Darwin nennt seine Hypothese eine „vorläufige"; wir werden bald sehen, dass sie eine ganz verfehlte ist.

Die bewundernswürdig fortgeschrittene Physiologie der Neuzeit hat gezeigt, dass die Substanz der animalischen und vegetabilischen Naturkörper aus kleinen, dem unbewaffneten Auge meistens nicht mehr unterscheidbaren Gebilden, den Zellen, be-

steht, die sich durch Theilung vermehren und zuletzt in die einzelnen Gewebe und Substanzen des Körpers umgewandelt werden. Darwin geht nun von der hypothetischen Voraussetzung aus, dass die einzelnen Zellen unmittelbar vor ihrer Veränderung in die fertige Substanz bestimmte Partikelchen oder Atome abgeben, welche in dem ganzen organischen Körper frei circuliren und, wenn sie genügende Nahrung aufnehmen, sich durch Theilung vermehren und schliesslich zu selbständigen Zellen zu entwickeln vermögen. Diese unsichtbar kleinen Körperchen werden Keimchen genannt. Darwin setzt voraus, dass sie von dem elterlichen Organismus den Nachkommen überliefert werden und sich meistentheils in der unmittelbar folgenden Generation entwickeln; doch nimmt der britische Naturforscher auch an, dass sie geraume Zeit hindurch gewissermaassen schlummern oder latent bleiben können und erst nach einer Reihe von Generationen zur Entwicklung gelangen. Ferner wird angenommen, dass die Entwicklung von der Vereinigung mit anderen, bereits in einer gewissen Entwicklungsphase stehenden Keimchen bedingt sei. Schliesslich sollen diese Keimchen nicht bloss von den fertigen Zellen, sondern von jeder Entwicklungsphase derselben abgegeben werden; auch ist Darwin der Ansicht, dass die Keimchen in ihrem schlummernden Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben, die bei der Aggregation entweder zu Knospen oder zu den Sexualelementen führt. Zuletzt sind es demnach nicht die reproductiven Elemente, auch nicht die Knospen, welche neue Organismen erzeugen, sondern die Zellen selbst durch den ganzen Körper.

Analoge Theorien, wie die sojetzt nach Darwin erläuterte „Pangenesis“ sind bereits früher von Büffon und Bonnet vorgetragen worden.

„Verschiedenen Forschern,“ so äusserte sich Hooker auf der letzten Naturforscherversammlung in Norwich, „stehen die unendlich kleinen, in ununterbrochener Circulation befindlichen Keimchen so deutlich vor ihrem geistigen Auge, wie die Sterne der Milchstrasse an der nächtlich leuchtenden Himmelsdecke; Andere ziehen dagegen vor, ihre Idee zu verkörperlichen, indem

10*

sie dieselbe mit dem Worte „Potentialität“ bezeichnen, ein Wort, welches für den Geist keinen bestimmten Begriff umschliesst, und welches ihnen vielleicht gerade deshalb um so theurer ist. Was aber auch immer der wissenschaftliche Werth dieser Keimchen sein möge, so ist es immerhin sicher, dass wir mit Darwin's Pangenesis die vorzüglichste und klarste Einsicht in eine Anzahl wunderbarer Erscheinungen der Reproduction und der erblichen Uebertragung erhalten haben; und dass man bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft Nichts der unter Vorbehalt gemachten Annahme dieser Hypothese entgegenstellen kann, oder auch dieser Speculation als eines Mittels, die Erscheinungen durch ein einigendes Band unter einander zu verknüpfen.“

Ebenso sagt der Präsident der Linné'schen Gesellschaft, den Hooker einen Naturforscher von sprichwörtlich gewordener Vorsicht nennt:

„Mir scheint, dass die Pangenesis Darwin's von Vielen wird zugelassen werden als eine provisorische Hypothese, welche weiteren Untersuchungen zu unterwerfen ist, und die man nicht eher verwerfen darf, bis man eine andere bessere an ihre Stelle zu setzen hat.“

Dieser vorsichtige Ausspruch ist in seinem ersten Theile richtig, im letzten aber entschieden falsch. Denn leider besteht die Theorie der Pangenesis vor einer strengen Kritik so wenig, dass man kühn behaupten darf, sie müsse auch dann selbst verworfen werden, wenn man nie etwas Besseres an ihre Stelle zu setzen haben wird.

Darwin's Pangenesis ist nichts weiter als eine Recapitulation der Resultate der empirischen Forschung mit anderen Worten, wir möchten sagen: in einer anderen Mundart; ein Drehen im Kreise. Alles, was der britische Naturforscher erklären will und was ihm zur Zeit von den Gesetzen der Erblichkeit bekannt ist, legt er in seine Keimchen hinein und es kommt dadurch natürlich auf der anderen Seite in seiner Theorie wieder zum Vorschein. Machen wir beispielsweise einen Augenblick die Annahme, dass bei einer gewissen Thier- oder Pflanzenart nach je zehn Generationen ein Rückschlag in irgend einem Theile der Körper-

constitution auf das erste Glied der Reihe stattfinde. Wie würde Darwin nach Analogie seines bisherigen Verfahrens bei Aufstellung der Pangenesis verfahren, um diese neue Thatsache einzureihen? Er würde offenbar den Keimchen der betreffenden Organismenart das Vermögen vindiciren, in gewissen Theilen zehn Generationen hindurch zu schlummern und erst dann zur richtigen Zeit zu erwachen. Und was wäre damit an Einsicht gewonnen? Offenbar nicht mehr wie mit der Erklärung des Feuers bei den Alten, als eines Etwas, das brenne. Aber noch mehr. Wie wird es uns begreiflich, dass zwei Keimchen in schlummerndem Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben; und ist damit mehr gewonnen, als mit der einfachen Thatsache der correlativen Variation? Die Eigenthümlichkeiten, mit welchen Darwin seine Keimchen ausstattet, sind weiter nichts als rohe Uebertragungen der bei der Abänderung der Organismen auftretenden Erscheinungen. Ebenso unklar ist die Annahme Darwin's, dass die Zellen in jedem Zustande ihres Wachsthums Keimchen abgeben, die sich selbst zu Zellen entwickeln; denn man ist offenbar durchaus im Unklaren darüber, ob die werdenden Zellen (die in Umwandlung begriffenen Keimchen) auch Keimchen ausgeben oder nicht, d. h. ob Keimchen zweiter und vielleicht noch höherer Ordnungen existiren. Sollen die Keimchen übrigens ihren Dienst in der richtigen Weise verrichten, so müssen sie allenthalben im Organismus in genügender Quantität vorhanden sein und in dem Maasse, wie die wahre Grösse dieser Keimchen kleiner gedacht wird, muss man nothwendig ihre Anzahl vermehren. Darwin denkt sich das Wachsthum des Menschen etwa der Art, dass der Organismus des Kindes Keimchen einschliesst, die nach und nach entwickelt werden und den Mann bilden. Im Kinde soll jeder Theil, ebenso wie im Erwachsenen, denselben Theil für die nächste Generation erzeugen. Und nichtsdestoweniger behauptet doch Darwin, dass die Keimchen frei durch den ganzen Körper circuliren. Der feine, mit dem schärfstbewaffneten Auge noch erkennbare Bau und die verwickelten Functionen des Organismus erscheinen bewundernswürdig einfach gegenüber der hypothetischen Zusammen-

setzung, zu welcher Darwin greift, um die Gesetze der Vererbung zu erklären. Dennoch aber darf er consequenter Weise hierbei noch nicht stehen bleiben. „Wir betrachten," sagt Darwin, „jedes lebende Wesen als einen Mikrokosmos, ein kleines Universum, gebildet aus einer Menge sich selbst fortpflanzender Individuen, welche unbegreiflich klein und so zahlreich sind, wie die Sterne des Himmels." Aber der britische Forscher bedenkt gar nicht, dass mit dieser seiner Annahme für eine Erklärung der Thatsachen gar nichts gewonnen ist, denn diese kleinen, uns unsichtbaren Individuen, die sich selbst fortpflanzen, durch den Körper circuliren, schlummern und sich dabei anziehen und schliesslich wieder zu erneuerter Thätigkeit erwachen, müssen doch ihrerseits auch eine ganz bestimmte Organisation haben, da sie sonst ihren Dienst gar nicht verrichten könnten. Wo kommt man solcher Weise hinaus? Darwin thut nichts weiter, als die Ursache von Thatsachen in ein Gebiet zurückverlegen, das, ein freier Tummelplatz der Phantasie, sich immer weiter vor der exacten Wissenschaft zurückzieht.

Wir fühlen unsererseits kein Bedürfniss, an Stelle der „Pangenesis" eine andere Hypothese zu setzen, gehen vielmehr von der Ansicht aus, dass noch lange nicht genug Thatsachen vorliegen, welche einen solchen Versuch rechtfertigen. Es muss für jetzt genügen, gezeigt zu haben, dass Darwin's Pangenesis unhaltbar ist.

---

## Anmerkungen.

---

[1]) Darwin, Ueber das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Aus dem Englischen übersetzt von W. Carus. Stuttgart 1868. 2 Bde.

## Die Generatio spontanea.

Wenn Darwin's überaus geistreiche Theorie einen leitenden Faden an die Hand giebt, um die Entwicklungen der gesammten organischen Welt mit grösserer oder geringerer Sicherheit verfolgen zu können, so versagt sie dagegen durchaus ihren Dienst, sobald es sich darum handelt, das Auftreten der ersten vitalen Erscheinungen an der Erdoberfläche wissenschaftlich ergründen zu wollen. Darwin bleibt dabei stehen, dass den ersten organischen Gebilden das Leben von einer schaffenden Allmacht eingehaucht worden und damit wird der naturgemässe Entwicklungsgang, dem wir rückwärts folgen konnten, zerrissen, der schöpferische Wille tritt ein an Stelle der natürlichen Nothwendigkeit. Man hat von vielen Seiten her dem britischen Naturforscher diese Concession an ein übernatürliches Eingreifen in die gewöhnliche Ordnung der Dinge sehr zum Vorwurfe gemacht, ja es ist als einer der wichtigsten Einwürfe gegen seine Theorie betrachtet worden. Von allen Anhängseln entkleidet, ist die Frage aber einfach die: Giebt es eine Entstehung organischer Wesen auf chemisch-mechanischem Wege aus dem unorganischen Stoffe? Diese Frage nach der Zulässigkeit der Generatio spontanea ist uralt und von jeher in diametral entgegengesetztem Sinne beantwortet worden [1]. Darwin und mit ihm die hervorragendsten Forscher aller Zeiten verneinen sie. Aber gerade die Theorie der Artenentstehung hat in neuester Zeit wichtige Stimmen zu Gunsten der Urzeugung

hervorgerufen und neuerdings hat man den Weg des Experiments betreten, um eine Thatsache zu beweisen, welche seit den Arbeiten von Schultze und Schwann als nicht existirend betrachtet wurde. Am weitesten unter allen, welche den Namen Naturforscher verdienen, geht aber unstreitig Häkel, der, indem er zugiebt, dass die Urzeugung bis jetzt auf dem Wege des Experiments mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen sei, dennoch unterstellt, dass die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges niemals bewiesen werden könne [2]). Aber wenn auch zugegeben werden muss, dass sogenannte negative Beweise niemals denjenigen Grad von Zutrauen verdienen, welcher mit Recht positiven Zeugnissen beigelegt wird, so muss man doch im vorliegenden Falle gestehen, dass die Einwürfe Häkel's keineswegs von Bedeutung sind, und dass die allgemeine Einführung der Art und Weise, wie der genannte Jenaische Gelehrte bezüglich der Urzeugung schliesst, einen sehr bedauerlichen Rückschritt in der Naturwissenschaft documentiren würde. Häkel fusst darauf, dass die allgemeinen Zustände der Erde in der Urzeit ganz andere waren als gegenwärtig; das muss vollkommen zugegeben werden, — allein folgt daraus, dass damals eine Urzeugung Thatsache war? Gewiss nicht! Es folgt noch nicht einmal daraus, dass in jenen altersgrauen Tagen die Generatio spontanea überhaupt möglich war. Häkel wendet sich schliesslich an das Gemüth und sagt: „Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwicklungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muss dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, dass der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmässigen Entwicklungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso

unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwicklung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Einwicklungsgesetze [3])." Leider kann sich die wahre wissenschaftliche Forschung auf derartige Gründe zur Behauptung einer angenommenen Thatsache nicht einlassen, denn die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwicklungsgesetze erscheint offenbar bei Häkel keineswegs als Resultat der unabhängigen Forschung, sondern die Annahme der Generatio spontanea beruht in sehr willkürlicher Weise auf der Voraussetzung eines ununterbrochen natürlichen Zusammenhanges. Häkel ist hier ebenso sehr auf dem falschen Wege als da, wo er behauptet: „Es darf als einer der grössten Triumphe der neueren Biologie angesehen werden, dass wir die unendlich mannigfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweisskörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben [4])." Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr besteht das Hauptsächlichste, was bis jetzt auf diesem Gebiete geleistet worden, darin, dass die Eiweisskörper als die Träger — nicht die Ursache — der Lebenserscheinungen nachgewiesen sind. Es liesse sich hier noch Vieles anführen, aber jeder aufrichtige Naturforscher, der mit den Arbeiten auf diesem Gebiete bekannt ist, wird nicht anstehen beizupflichten, wenn wir behaupten, dass man von der eigentlichen Natur, den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Eiweisskörper gegenwärtig noch ungemein wenig Sicheres weiss.

Wir haben hier nicht zu untersuchen, ob die alte, lange ausschliesslich herrschende, dann mehrfach stark erschütterte Annahme eigener Lebenskräfte in den organischen Gebilden be-

gründet ist oder nicht. Aber der Umstand, dass die Bestandtheile der organischen Körper nichts als eigenthümliche Verbindungen unorganischer Materie sind, kann mit Recht ebenso wenig vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus gegen die Existenz von Lebenskräften geltend gemacht werden, als die Annahme der letzteren durch Wöhler's Darstellung des Harnstoffs, Drechsel's Darstellung der Oxalsäure, Famintzin's Gewinnung von stärkekörnerartigen Gebilden aus unorganischen Körpern und durch die ferneren Fortschritte der synthetischen Chemie auf diesem Gebiete unzulässig sein sollte. Es handelt sich hier nicht darum, einer geheimnissvollen Lebenskraft als solcher das Wort zu reden, sondern nur die heute wissenschaftlich noch keineswegs bewiesenen Behauptungen Derer zurückzuweisen, welche wie der Verfasser der Vestiges of creation, aussprechen, dass lebendige Structuren aus der Wirkung einer Menge natürlicher combinirter Kräfte entstehen, als da sind: Schwere, Cohäsion, Elasticität, Einwirkung der unwägbaren Körper und alle die anderen Kräfte, welche auf Massen und Atome einwirken [5]). Solche völlig ungerechtfertigte Behauptungen, die nur dazu dienen, dem Fortgange der Wissenschaft hemmend in den Weg zu treten, sind seit dem Erscheinen von Darwin's Werk wieder vielfach und mit einer dem Nichteingeweihten imponirenden Sicherheit vorgebracht worden, während thatsächlich doch nicht ein einziges Beispiel zu Gunsten derselben vorliegt. Es soll hiermit durchaus nicht in Abrede gestellt werden, dass durch die neuesten Arbeiten, wie Famintzin bemerkt, die jetzt herrschenden Ansichten über die Grenze zwischen den Organismen und der sogenannten todten Natur wankend gemacht worden sind, es soll nur vorsichtig vor zu grosser und kühner Verallgemeinerung auf Grund der gewonnenen Ergebnisse gewarnt werden.

Es wäre verlorene Mühe, alle die verschiedenen Motive, welche im Laufe der Jahrhunderte zu Gunsten einer angenommenen Urzeugung vorgebracht worden sind, im Einzelnen hier durchgehen zu wollen. Ebenso wäre es nicht zu rechtfertigen, wenn hier die meisten Versuche einzeln besprochen werden sollten, welche man, besonders in den vergangenen Jahrhunderten, als

beweiskräftig ansah. Das würde vergleichbar sein dem Verfahren eines Astronomen, der seine Untersuchungen über die Bewegungen der Planeten auf die unvollkommenen Beobachtungen eines Ptolemäus gründen wollte. Hier soll vielmehr nur eine kurze allgemeine Uebersicht gegeben werden, der sich einige Bemerkungen über die neuesten Versuche von Pouchet, Mousset, Montagazza und Pasteur anreihen werden.

Vor dem Erwachen der Wissenschaft im Abendlande war die Meinung allgemein verbreitet, dass die Larven der Insecten spontan aus verwesenden Stoffen entständen. Diese, noch aus der Aristotelischen Zeit überkommene Ansicht wurde für immer gestürzt durch die scharfsinnigen Untersuchungen, welche Franz Redi, Mitglied der vielgenannten florentinischen Akademie del Cimento, anstellte. Hierdurch galt die Generatio spontanea mit Recht für abgethan; aber die Entdeckung der Infusorien durch Leuwenhoek und seine Nachfolger war ganz geeignet, die Meinungen Derer wieder laut werden zu lassen, welche in der Urzeugung einen wichtigen, mit Unrecht geleugneten Act der schaffenden Thätigkeit der Natur erblickten. Allein die zu Gunsten dieser Ansicht damals angestellten Versuche von künstlicher Infusorienerzeugung aus anorganischer Materie können vor den Schranken der heutigen wissenschaftlichen Kritik keinen Stand halten. In Sachen der Generatio aequivoca ist es ganz besonders misslich, auf ältere Versuche zurückzugreifen; denn nicht allein ist es die Schwierigkeit, alle Fehlerquellen zu vermeiden, welche damals vollkommen unübersteiglich war, indem man die meisten Fehler gar nicht einmal kannte, vor denen man sich hüten muss; auch die Candidät der Beobachter kann nicht immer ohne Weiteres für unangreifbar gelten. Das beweisen die vielbesprochenen Versuche von Crosse und Weekes, wobei mittels einer mächtigen Volta'schen Batterie eine Art von Milben (Acarus Crosii genannt) in beträchtlichen Massen producirt wurden; während sich schliesslich das Ganze als Humbug herausstellte.

Die neuesten Untersuchungen von Pouchet[6]) und Anderen, welche nach Ansicht ihrer Urheber durchaus für die Existenz einer Generatio aequivoca sprechen, sind doch insofern wohl von

von einer wahren Urzeugung zu unterscheiden, als bei ihnen (ihre vollkommene Beweiskraft einen Augenblick vorausgesetzt) die genannten Organismen keineswegs aus unorganischen Grundstoffen, sondern aus solchen Verbindungen derselben, wie sie sich in einer organischen Bildungsflüssigkeit finden, entstehen. Aber auch diese Plasmogonie oder spontane Organismenentstehung aus bereits gebildeter organischer Materie kann heute noch keineswegs zugegeben werden.

Einer der Hauptversuche Pouchet's ist folgender, welcher übrigens mit negativem Erfolge bereits von Schultze und Schwann angestellt worden, von dem aber der französische Experimentator versichert, dass er, indem genau das nämliche Verfahren, wie jene beiden Gelehrten angewandt, und selbst indem es verändert und den Versuchen ein ungleich höherer Grad der Schärfe gegeben wurde, dennoch fortwährend ein positives Resultat erhielt. Pouchet sah kleine Thierchen und verschiedene Kryptogamen in Flaschen entstehen, wo vorher jeder organische Keim ertödtet war und wo die Luft nur hingelangen konnte, nachdem sie entweder in concentrirter Schwefelsäure gewaschen war, oder nachdem sie ein Labyrinth von rothglühenden Porcellanstückchen durchwandert hatte. „Obgleich," sagt Pouchet [7]), „meine zahlreichen Versuche bis zur Evidenz erweisen, dass die atmosphärische Luft die Trägerin von Keimen der Proto-Organismen weder ist noch sein kann, so habe ich doch geglaubt, dass ich die Reihe meiner Versuche glücklich krönen würde, wenn ich dahin gelangte, die Entwicklung eines organischen Wesens zu bestimmen, indem ich künstliche Luft an Stelle der natürlichen Atmosphäre einführte. Die schönen Versuche von Regnault und Reiset schienen mir von vornherein zu beweisen, dass niedrige Thiere in solcher Luft kein Hinderniss ihrer Entwicklung finden dürften, da Wirbelthiere darin zu leben vermögen. Meine Versuche wurden von Erfolg gekrönt und zu wiederholten Malen habe ich niedere Organismen in einem Wasser entstehen sehen, das aller gewöhnlichen Luft beraubt und nur in Contact mit einer Mischung von 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff oder selbst mit reinem Sauerstoff in Berührung war."

„Eine Flasche von 1 Liter Inhalt wurde mit siedendem Wasser gefüllt und unter Anwendung grösstmöglicher Vorsicht hermetisch verschlossen. Unmittelbar nachher wurde sie über einem mit Quecksilber gefüllten Gefässe umgekehrt. Nachdem das Wasser gänzlich erkaltet war, öffnete man die Flasche unter dem Metalle und liess ½ Liter reinen Sauerstoff eintreten. Hierauf liess man, gleichfalls unter dem Quecksilber, 10 Gramm Heu eintreten, welches einer verschlossenen Flasche, die eine halbe Stunde einem Bade von 100° C. ausgesetzt gewesen, entnommen war. Die Flasche wurde hierauf wieder mit aller Vorsicht hermetisch verschlossen.“

„Nach acht Tagen zeigte die Maceration eine fahle Farbe, doch war sie wenigstens für das blosse Auge ohne Häutchen an der Oberfläche. Das untergetauchte Heu zeigte indess an der Oberfläche einiger hervorstehenden Hälmchen kleine, gelblich weisse Kügelchen von der Grösse einer gewöhnlichen weissen Johannisbeere, der sie von fern gesehen auch vollkommen glichen. Diese Kügelchen, 8 bis 10 an der Zahl, von denen einige indess ungemein klein waren und in der Flüssigkeit schwammen, erschienen offenbar aus Filamenten einer in Gestalt gedrückter Büschel ausstrahlenden Mucorine gebildet, wie das Mikroskop bewies. Am zehnten Tage wurde die Flasche geöffnet und ihr Inhalt untersucht. Es hatte zwischen dem Innern und der umgebenden atmosphärischen Luft keinerlei Austausch stattgefunden. Das eingeschlossene Sauerstoffgas erschien noch vollkommen rein und darin eingetauchte glühende Körper zeigten sofort Verbrennung. Man erkannte, dass die grossen Kugeln, welche man von aussen wahrgenommen und die im Wasser eintauchten, in der That durch Pilze von einer Art Mycelium gebildet waren. Diese Pflanze, welche ich für einen Aspergillus hielt, schien mir noch nicht beschrieben, und ebenso Herrn Montagne, dessen Autorität in diesen Dingen eine sehr grosse ist. Er hat ihr den Namen Aspergillus Pouchetii gegeben.“

„Bei ähnlichen Versuchen, die in Gemeinschaft mit Houzeau unternommen wurden, wurde an Stelle des reinen Sauerstoffs künstliche Luft eingeführt. Nach Verlauf von einem Monate

fanden sich Aspergillus und Penicillium glaucum, ferner eine Menge der niedrigsten Thiere: Proteus diffluens, Amiba diffluens, Duj., Trachelius globifer. Ehrenb., Monas elongata Duj., nebst einer Menge sehr feiner Vibrionen, worunter besonders Vibrio lineola Müll. und Vibrio rugula Müll."

„Es geht sonach mit Evidenz aus diesen Untersuchungen hervor, dass sich Thiere und Pflanzen in einem Medium entwickelten, welches absolut der atmosphärischen Luft beraubt war und wo diese also auch keine organischen Wesen hineinbringen konnte, ähnlich den darin entdeckten. Und selbst wenn man die Voraussetzung machen wollte, dass gewisse Theilchen der Luft in den Apparat hätten eindringen können, so ist gewiss, dass diese vor dem Eindringen einer Temperatur unterlagen, der die Keime der etwa mitgeführten Proto-Organismen nicht widerstehen konnten."

Diese Versuche haben indess die allgemeine Meinung nicht zu Gunsten der Urzeugung umzuwenden vermocht. Milne Edwards bemerkt [8]), dass wenn in Pouchet's Experimenten die dem Heu beigemengten organischen Keime auch wirklich einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt gewesen seien, so wäre daraus doch noch immer nicht zu schliessen, dass sie ihre Vitalität eingebüsst hätten. Die früheren Versuche von Chevreul beweisen, dass während man unter gewöhnlichen Umständen bei Thieren immer den Tod eintreten sieht, sobald sie einer Temperatur ausgesetzt werden, welche das Gerinnen der stickstoffhaltigen Eiweisskörper bedingt, dieser nicht immer eintritt bei denjenigen, welche vorher eingetrocknet werden. Im Jahre 1842 hat Doyère gezeigt [9]), dass gewisse Infusorien ihre Lebensfähigkeit selbst nach mehrstündigem Aufenthalte in einem Schwitzbade von 140° C. vollkommen erhalten. Eine 28tägige Austrocknung im luftleeren Barometerraume, selbst bei Anwendung von Chlorkalk oder Schwefelsäure hinderte die Möglichkeit der Wiederbelebung nicht.

Pouchet hat allen diesen Einwürfen entgegengestellt, dass er in weiteren Versuchen die kleine Quantität Heu bis auf 200 bis 250° C., ja selbst bis zum theilweisen Verkohlen erwärmte

und dass dennoch Infusorien erschienen. Wie dem aber auch immer sein möge, den Experimenten Pouchet's stehen die Versuche von Milne Edwards, Claude Bernard, J. Haim und vor allen von Pasteur entgegen. Milne Edwards sagt: „Ich habe die Infusorien immer seltener erscheinen sehen, je mehr Vorsicht ich bei den Versuchen anwandte.“ Als derselbe Naturforscher zwei Glasröhren theilweise mit Wasser und organischer Materie anfüllte, dann eine davon über der Lampe zuschmolz und so lange in kochendes Wasser brachte, bis man sicher sein konnte, dass ihr ganzer Inhalt auf 100° C. erwärmt worden, fanden sich nach einer gewissen Zeit nur in derjenigen Röhre Infusorien, welche mit der Atmosphäre in Berührung geblieben war.

Claude Bernard füllte zwei Glasballons mit Wasser, in welchem Gelatine mit Rohrzucker aufgelöst war, und brachte sie während ¼ Stunde ins Sieden. Hierauf liess man in den einen Ballon gewöhnliche Luft treten, in den anderen aber solche, welche durch ein heisses mit glühenden Porcellanstückchen angefülltes Rohr gestrichen war. Beide Ballons wurden hierauf hermetisch verschlossen. Nach 10 bis 12 Tagen sah man in dem ersten Glasgefässe an der Oberfläche Schimmel, in dem anderen nichts der Art. Dieser Schimmel nahm während des ersten Monats an Menge zu, blieb aber dann ½ Jahr lang unverändert, während in dem zweiten Ballon diese ganze Zeit hindurch nichts Organisches wahrzunehmen war. Nach Verlauf des genannten Zeitraumes wurden die Enden beider Ballons unter Wasser abgebrochen. In dem ersten fanden sich 13,48 Procent Kohlensäure, in dem zweiten 12,43 Proc. Die beiden Flüssigkeiten wurden dann von H. Montagne untersucht; derselbe fand in der ersten Penicillium glaucum in voller Befruchtung, in der zweiten hingegen keine Spur der Anwesenheit von Organismen.

Dem entgegen behauptet Montagazza [10]), dass er bei einem Versuche mittels einer mit destillirtem Wasser und frischen inneren Kürbistheilchen angefüllten Röhre, deren beide Endpunkte vor der Lampe zugeschmolzen wurden, in 16 Stunden, während deren er ununterbrochen am Mikroskop blieb, vor seinen Augen Bacterium und Vibrio lineola sich bilden sah.

Allein welche Garantie hat man hierbei, dass die Keime nicht von aussen hereingekommen waren?

Unter die rationellsten Versuche bezüglich der Generatio aequivoca zählen diejenigen, welche Pasteur unternommen und von denen jeder Unbefangene gestehen muss, dass sie die Frage definitiv entschieden haben [11]). Pasteur brachte in einen Glasballon von etwa 300 Kubikcentimeter Inhalt, 100 bis 150 Kubikcentimeter albuminösen, zuckerhaltigen Wassers, in folgender Proportion:

| | | |
|---|---|---|
| Wasser . . . . . | 100 | Theile. |
| Zucker . . . . . | 10 | „ |
| Albuminöse Substanz | 0,2—0,7 | „ |

Der fadenförmig ausgezogene Hals des Ballons ward mit einem rothglühenden Platinrohr in Verbindung gebracht. Man liess die Flüssigkeit etwa 2 bis 3 Minuten lang sieden und dann vollständig erkalten. Darauf wurde der Hals zugeschmolzen. Der Ballon wurde in ein Schwitzbad von 28 bis 32° C. und nach 4 bis 6 Wochen mittels eines Kautschuks in einen Apparat gebracht, den Pasteur in folgender Weise beschreibt.

Eine grosse Glasröhre, in welcher sich eine andere, offene, von geringerem Durchmesser, vollständig frei gleitend befand, in welcher sich ein Baumwollstopfen befindet, der mit den Staubtheilchen aus der Luft angefüllt ist, steht mittels eines Hahnes mit einer *T*-förmigen Röhre in Verbindung. Diese letztere besitzt ausserdem noch zwei Hähne, von denen der eine mit einer pneumatischen Maschine, der andere mit dem rothglühenden Platinrohr communicirt.

Nachdem der letztere Hahn geschlossen worden, wurde ausgeleert, hierauf der Hahn wieder geöffnet und der calcinirten Luft der Zugang zu dem Apparate gestattet. Dieses Ausleeren und Wiedereintreten der calcinirten Luft wurde 10 bis 12 Mal wiederholt, bis man sicher sein konnte, dass die kleine mit Baumwolle gefüllte Röhre bis in die kleinsten Zwischenräume der Baumwolle mit der vorhin erhitzten Luft angefüllt war. Die Baumwolle hatte bei dieser Manipulation natürlich den früher aus der Atmosphäre aufgenommenen Staub noch bewahrt.

Hierauf wurde die Spitze des Ballons in dem Kautschuk abgebrochen, die kleine Röhre hineingebracht und der Ballon über der Lampe wieder zugeschmolzen, dann wieder ins Schwitzbad gebracht. Es erschienen nun jedesmal in demselben organische Productionen und zwar wurde dabei Folgendes beobachtet:

1) Die Organismen erscheinen innerhalb eines Zeitraumes von 24 bis 36 Stunden. Dies ist genau derselbe Zeitraum, innerhalb dessen sie auch dann auftreten, wenn die Flüssigkeit des Ballons mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung steht.

2) Schimmel erscheinen am gewöhnlichsten in der kleinen mit Baumwolle gefüllten Röhre, deren Extremitäten sie bald anfüllen.

3) Es bilden sich die nämlichen Productionen wie in der gewöhnlichen Atmosphäre; von Infusorien meist Bacterium, von Pflanzen Penicillium, Ascophora, Aspergillus und viele andere.

4) Ebenfalls wie in der gewöhnlichen Luft erzeugt sich bald diese, bald jene Art.

Hieraus ergiebt sich einerseits, dass die Luft unter den Staubtheilchen immer organische Körper mit sich führt, anderseits, dass sich diese letzteren in passenden Flüssigkeiten in einer an sich inactiven Atmosphäre zu verschiedenen Productionen entwickeln, besonders zu Bacterium termo und verschiedenen Mucedineen, was die Flüssigkeit in derselben Zeit liefern würde, wenn sie mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung stände.

Pasteur ging nun dazu über, den Einfluss zu untersuchen, welchen die Baumwolle als organischer Körper auf den ganzen Vorgang etwa ausüben möchte. Zu diesem Ende ersetzte er dieselbe durch Asbest, einen mineralischen Körper. Das Resultat war genau das nämliche. Waren Staubtheilchen aus der Luft vorhanden, so erschienen organische Productionen; im entgegengesetzten Falle behielt die Flüssigkeit unbestimmt lange ihre vollkommene Klarheit und es entwickelte sich Nichts.

Pasteur änderte seine Versuche nochmals ab und erhielt ein merkwürdiges der Theorie einer Generatio aequivoca vollkommen verderbliches Resultat.

Er nahm eine Anzahl gläserner Ballons, in welcher die nämliche fermentescible Flüssigkeit in der nämlichen Quantität ein-

gebracht wurde. Die Hälse der Gläser wurden vor der Lampe ausgezogen und in verschiedener Weise schlangenartig gebeugt. Sämmtliche Röhren blieben offen mit einer Fläche von einigen Quadratmillimetern. Hierauf wurde die Flüssigkeit in den meisten Ballons einige Minuten lang ins Sieden gebracht; 3 oder 4 derselben hingegen ausgeschlossen. Darauf stellte man alle in ruhiger Atmosphäre eine Zeit lang hin. Nach 24 bis 48 Stunden bedeckte sich in den nicht erhitzten Ballons die Oberfläche der Flüssigkeit mit verschiedenem Mucor, während sie in den übrigen Monate lang vollkommen rein und klar blieb. Letzteres geschah, wie Pasteur sehr richtig hervorhebt, lediglich aus dem Grunde, weil die Ausbiegungen der Hälse das Hineinfallen von organischen Keimen der Luft in die Flüssigkeit aufhielten. „Dieser so leicht auszuführende Versuch," sagt der Experimentator, „wird selbst sehr voreingenommene Geister überzeugen. Er bietet meiner Meinung nach aber noch ein besonderes Interesse durch den Beweis, dass ausser den Staubtheilchen in der Luft nichts vorhanden ist, was Bedingung der Organisation wäre. Der Sauerstoff intervenirt nur, indem er das durch den Keim gewährte Leben unterhält. Weder Gase noch Flüssigkeiten, Elektricität, Magnetismus, Ozon, bekannte oder unbekannte Dinge giebt es in der Luft, welche ausser den Keimen eine Bedingung des Lebens wären."

Pouchet hat gegen Pasteur geltend gemacht, dass die Flora und Fauna, wie sie in gegen die Luft abgesperrten Gefässen sich entwickle, keineswegs an Zahl und Vertheilung der Arten mit derjenigen übereinstimmen, welche in frei mit der äusseren Atmosphäre communicirenden Gefässen entstehen; diese Verschiedenheit gebe einen neuen Beweis für die spontane Entstehung jener Organismen. Allein Pasteur erklärt [12]) diesen Unterschied viel naturgemässer dadurch, dass die Sporen in abgeschlossenen Gefässen nicht wie in der freien Luft durch zahlreiche andere Keime von schnellerer und bedeutenderer Fruchtbarkeit, welche das Terrain für sich in Anspruch nehmen, gestört werden. Die grössere Mannigfaltigkeit der von Pouchet als spontan entstanden betrachteten Flora und Fauna erklärt

sich auf diese Weise, ganz im Sinne Darwin's, vollkommen ungezwungen [13]). Ueberhaupt ist die Heterogenie bei genauerer Untersuchung bis jetzt successive aus allen Positionen vertrieben worden, welche sie zu ihrer Vertheidigung inne hatte. Es ist, wie Quatrefages hervorhebt [14]), noch nicht lange her, dass die Anhänger der Generatio spontanea ihre Lehre auf die Phänomene zweier Thiergruppen, der Eingeweidewürmer und Infusorien, stützten, deren Studium gleich schwierig ist. Diese Thiergruppen aber waren gerade diejenigen, über welchen zur Zeit noch grosses Dunkel schwebte; die höher stehenden Thiere waren bereits in dem Maasse zu Beweisen gegen die Heterogenie geworden, als sie genauer untersucht und ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten besser bekannt wurden. Die schönen Untersuchungen von van Beneden und Küchenmeister, welche seitdem von verschiedenen Helminthologen wiederholt und vervollständigt wurden, lassen gegenwärtig über die Art und Weise der Fortpflanzung der Eingeweidewürmer keinen Zweifel mehr übrig. Bei ihnen findet gerade wie bei den höher stehenden Thieren die Reproduction durch Zusammenkunft zweier Elemente, des männlichen und weiblichen, durch ein befruchtetes Ei statt. So blieb den Anhängern der Generatio spontanea als letztes Zufluchtsgebiet das Reich der Infusorien übrig. Die genaue Untersuchung der Reproduction der Thiere dieser Classe ist freilich ungleich schwieriger als bei den Eingeweidewürmern; allein die Untersuchungen Balbiani's zeigen, dass auch hier geschlechtliche Erzeugung stattfindet. Auf solche Weise ist die Hypothese der Heterogenie nach und nach aus allen Schlupfwinkeln vertrieben worden, in welche sie sich vor dem Lichte der aufstrebenden exacten Wissenschaft zurückzog. Dazu sind die Vertheidiger der Urzeugung in Frankreich, Pouchet und Verrier, keineswegs mit den Fortschritten der Naturgeschichte der niederen Thiere genügend bekannt. Sie haben offen die Behauptung aufgestellt [15]), dass die dermaligen Ansichten von der Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer falsch und die Bestätigung derselben durch Versuche nur zufällig sei, ohne jedoch hierfür andere Belege als einige ohne Kritik und Sach-

kenntniss angestellte Experimente zu bringen. Van Beneden hat [16]) die Irrthümer dieser angeblichen Beweisführung klar nachgewiesen und gezeigt, dass die genannten französischen Naturforscher mit dem heutigen Standpunkte der Parasitenlehre nicht genügend bekannt sind. Kann man aber hiernach, und wenn man ferner erwägt, dass die Entgegnungen von Pouchet gegen Doyère's Versuche über die Wiederbelebung von Infusorien sich bei den Experimenten vor einer eigens dazu eingesetzten Commission, nicht bewährt haben [17]), geneigt sein, den Resultaten Pouchet's über Urzeugung, gegenüber den entgegengesetzten Angaben der bewährtesten Forscher, beizupflichten? In der That haben sich hiergegen auch selbst diejenigen verwahrt, welche wie Häkel, in gänzlicher Verkennung der Würde der wahren wissenschaftlichen Forschung der Ansicht huldigen, die Urzeugung bedürfe weiter keines positiven Beweises.

„Der Erfahrungssatz," sagt Hofmeister [18]) sehr richtig, „dass neue Organismen nur aus Theilen bereits vorhandener lebender Organismen sich entwickeln können, gilt bis jetzt mit ausnahmloser Schärfe. Nie und nirgends konnte bis heute die Entstehung neuer Organismen, lebensfähiger Zellen, durch das Zusammentreten formloser, nicht organisirter Substanzen mit Sicherheit nachgewiesen werden. Jede Untersuchung, welche Bürgschaften dafür gab, dass der Zutritt entwicklungsfähiger Keime von Pflanzen und Thieren zu den dem Versuche unterworfenen Stoffen vollständig abgeschnitten war, lieferte übereinstimmend das Ergebniss, dass die Erscheinung von Organismen unterblieb. In allen Fällen, wo im Innern geschlossener und lebender Zellen fremdartige Organismen beobachtet sind, wurde der Eintritt ihrer Keime in diese Wohnräume genügend dargethan; und es hat kaum noch auch nur ein geschichtliches Interesse, die Bestrebungen zum Nachweise einer Urzeugung anzuführen. Kaum zeigt sich zur Zeit noch eine Hoffnung zur Erfüllung eines der dringendsten Wünsche der Naturforschung: des Wunsches, der Neuerschaffung einer Pflanze oder eines Thieres als Zeuge beiwohnen zu können. Aber eine arge Uebereilung würde es sein, aus dem negativen Ergebniss der bisherigen

genaueren Experimente die Unmöglichkeit jedes künftigen Gelingens folgern zu wollen. Nur das Eine darf aus den bisherigen Erfahrungen abgeleitet werden, dass die künftige Untersuchung völlig neue Wege einzuschlagen hat; der bisher betretene der Forschung nach dem Auftreten der von in Zersetzung begriffener organischer Substanz lebenden Pflanzen oder Thiere ist aussichtslos."

---

## Anmerkungen.

[1]) Der Kirchenlehrer Augustinus sagt in seiner Schrift de Civitate Dei, dass wenn die Engel oder jagdlustige Bewohner nicht Thiere auf abgelegene Inseln gebracht haben, man annehmen müsse, dass letztere aus der Erde unmittelbar entstanden seien. Vergleiche Kosmos I. Bd., S. 489.

[2]) Häkel sagt: »Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage (nach der Urzeugung) experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaassregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: »Es ist überhaupt unmöglich, dass Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.« Diese leichtfertigen und unüberlegten Behauptungen stützten sich einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter nichts beweisen konnten, als dass unter diesen oder jenen höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluss ziehen, dass die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden.

Denn wie können wir wissen, dass in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, dass die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen.« Häkel, Natürl. Gesch. d. Schöpfung S. 281. Alle diese Ausführungen des Jenaischen Professors sind ohne Beweiskraft. Allerdings müssen wir zugeben, dass wir gegenwärtig nicht mit völlig absoluter Sicherheit behaupten können, es habe in der Vorzeit keine Urzeugung stattgefunden; allein wer will ebenso sicher beweisen, dass sie allerdings stattfand? In aller Strenge genommen ist die Frage also für unseren gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Standpunkt transcendent, aber die Wahrscheinlichkeit einer negativen Beantwortung ist eine überwiegende.

[3]) A. a. O. S. 287.

[4]) A. a. O. S. 272.

[5]) Natürliche Geschichte der Schöpfung. Aus dem Englischen nach der 6. Aufl. von C. Vogt. S. 142 bis 143. Der Verfasser citirt dort sehr richtig Daubeny: »Jede neue Entdeckung strebt darnach, die Schranken zwischen organischen und anorganischen Körpern, insofern dabei die chemische Zusammensetzung in Betracht kommt, niederzureissen.« Allein was folgt daraus für die Urzeugung? Was der unbekannte Verfasser weiter über die Aehnlichkeit gewisser Krystallisationsarten mit vegetabilischen Formen sagt, ist absoluter Unsinn.

[6]) Pouchet in den Comptes rendus der Pariser Akademie, besonders seit 1858.

[7]) Compte rendu der Sitzung vom 20. December 1858.

[8]) Comptes rendus T. 48, p. 23 u. ff.

[9]) Mémoire sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842. Zu analogen Ergebnissen war auch schon Ehrenberg (»Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen« 1838) gekommen.

[10]) Ricerche sulla generazione degli infusorii di P. Montegazza. Giornale de R. Istituto lombardo T. III, p. 467. Milano 1851.

[11]) Comptes rendus T. 50, pag. 303 — 317.

[12]) Comptes rendus T. 50, p. 348 — 352.

[13]) Pasteur sagte mit Bezug auf seinen letzten im Texte angeführten Versuch (Revue des Cours scientifiques I. année, p. 263):

»Jamais la doctrine de la Génération spontanée ne se rélèvera du coup mortel que cette simple experience lui porte.« Dagegen hat sich Victor Meunier erhoben und den Versuch wiederholt und dabei zwei neue Pflanzenorganismen (?) erhalten. Ein von ihm angefangener Bericht hierüber in der Nummer des Kosmos vom 18. April 1868 ist nicht fortgeführt worden. Joly und Musset ihrerseits glauben nicht an die Menge in der Luft enthaltener Keime, welche Pasteur behauptet, und haben sich schliesslich auch für Pouchet erklärt. Vergl. Comptes rendus T. 52, p. 99, ferner T. 53, p. 368, Moniteur scientifique 1862, ebenso Musset nouv. rech. expér. sur l'hétérogénie Toulouse 1862. Pasteur's Récherches sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère in den Annales des sciences nat. T. XVI, p. 1 — 93. Die Existenz solcher Körperchen ist übrigens schon früher von Ehrenberg und Cohn überzeugend nachgewiesen worden. Neuere Versuche, deren Resultate Child der Royal Society vorgelegt, sprechen nach diesem Gelehrten entschieden zu Gunsten der Urzeugung. Diese Experimente wurden mit Milch, Fleischstücken, und Wasser ausgeführt, welche in zwei mit engen und langen Hälsen versehene Glaskugeln gebracht wurden. Einerseits wurden die Kugeln mit Luft gefüllt, die vorher durch eine mit Bimsstein gefüllte und zur lebhaften Rothgluth erhitzte Porcellanröhre gestrichen war; anderseits wurden sie statt mit Luft mit gleich behandelter Kohlensäure, Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff gefüllt. In einigen Fällen waren die Substanzen, welche in die Kugeln gebracht wurden, gekocht, in anderen nicht. Es fand sich, dass in einem Gefässe, in welchem die Substanzen nicht gekocht waren, niedere Organismen sich bildeten, während ein zweites Gefäss zersprang. In den Kugeln, welche gekochten Inhalt besassen, zeigte sich im Wasserstoff und der Kohlensäure keine Spur organischen Lebens, wohl aber in dem mit erhitzter atmosphärischer Luft angefüllten Gefässen. In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Kugel 10 bis 15 Minuten gekocht und Mehl, Salbeiblätter und Sellerie benutzt. In 13 Fällen traten 8 mal Bacterien auf. Child glaubt, dass die negativen Resultate von Pasteur durch die Anwendung einer zu schwachen Vergrösserung erklärlich seien. Dagegen hat Wymann durch seine Experimente nachgewiesen, dass die Keime der niedrigsten organischen Wesen selbst nach vierstündigem Kochen nicht vernichtet werden; die Versuche von Child können hiernach durchaus nicht als entscheidend angesehen werden. Vergl. Naturforscher 1868, Nr. 7 u. 12.

[14]) Comptes rendus T. 48, p. 31.

[15]) Comptes rendus T. 54, p. 958.

[16]) Comptes rendus T. 54, p. 1157.

[17]) Vergl. Broca sur la réviviscence des animaux desséchés in Mem. de la Soc. biol. 1860. T. II, p. 1 — 140.

[18]) Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. S. 3. Man vergl. auch H. Karsten, Histologische Untersuchungen. Berlin 1862.











